

SKRIPSI

SIMULASI PERBANDINGAN DIAMETER *CORING LDD* DAN *HQ* BERDASARKAN HASIL ESTIMASI SUMBERDAYA TERTUNJUK NIKEL LATERIT DENGAN HASILPRODUKSI MENGUNAKAN METODE *POLYGON* DAN *INVERSE DISTANCE WEIGHTING*.

(Studi Kasus : Daerah X, PT Vale Indonesia Tbk, Sulawesi Selatan)

Disusun dan diajukan oleh

MOHAMMAD BIMA ABDILLAH

D62116304



PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**SIMULASI PERBANDINGAN DIAMETER *CORING LDD* DAN *HQ* BERDASARKAN
HASIL ESTIMASI SUMBERDAYA TERTUNJUK NIKEL LATERIT DENGAN HASIL
PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE *POLYGON* DAN
INVERSE DISTANCE WEIGHTING.**

(Studi Kasus : Daerah X, PT Vale Indonesia Tbk, Sulawesi Selatan)

Disusun dan diajukan oleh

MOHAMMAD BIMA ABDILLAH

D62116304

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 08 Juni 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. Purwanto, S.T., M.T.

NIP. 197111282005011002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MOHAMMAD BIMA ABDILLAH
NIM : D62116304
Program Studi : TEKNIK PERTAMBANGAN
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**SIMULASI PERBANDINGAN DIAMETER *CORING LDD* DAN *HQ* BERDASARKAN
HASIL ESTIMASI SUMBERDAYA TERTUNJUK NIKEL LATERIT DENGAN HASIL
PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE *POLYGON* DAN
INVERSE DISTANCE WEIGHTING.**

(Studi Kasus : Daerah X, PT Vale Indonesia Tbk, Sulawesi Selatan)

adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilalihan tulisan orang lain dan 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, 8 Juni 2021

Yang menyatakan



Mohammad Bima Abdillah

ABSTRAK

Nikel laterit merupakan salah satu sumberdaya mineral ekonomis di bumi yang perlu ditemukan keberadaannya untuk dapat memenuhi kebutuhan di bidang perindustrian. PT Vale Indonesia Tbk sebagai salah satu perusahaan nikel terbesar di Indonesia telah melakukan kegiatan eksplorasi endapan nikel laterit berupa pengeboran dengan menggunakan dua tipe ukuran *coring* yang berbeda yaitu *coring* tipe *HQ* (61,1 mm) dan *coring* tipe *LDD* (202 mm) dalam satu area yang sama. Perbedaan tipe ukuran pada *coring* eksplorasi menjadi salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap hasil estimasi yang didapatkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai hasil estimasi serta menganalisis perbandingan nilai hasil estimasi data bor tipe *HQ* dan data bor tipe *LDD* dengan nilai hasil produksi sehingga dapat direkomendasikan *coring* tipe manakah yang lebih baik untuk digunakan. Nilai hasil produksi adalah nilai tonase dari hasil aktual produksi kegiatan penambangan. Dari sini dilakukan estimasi sumberdaya pada kedua tipe bor dengan menggunakan metode *Polygon* dan *Inverse Distance Weighting*. Berdasarkan hasil estimasi, didapatkan nilai sumberdaya pada data bor jenis *HQ* sebesar 6.543.025 ton Ni dan data bor jenis *LDD* sebesar 6.633.730 ton Ni untuk metode *Polygon*, serta pada data bor jenis *HQ* sebesar 6.644.731 ton Ni dan data bor jenis *LDD* sebesar 6.676.867 ton Ni untuk metode *IDW*. Didapatkan selisih antara hasil estimasi dengan hasil produksi sebesar 11% pada metode *Polygon* dan 9,88% pada metode *IDW* untuk data bor *HQ*, serta 13% pada metode *Polygon* dan 12,95% pada metode *IDW* untuk data bor *LDD*. Selisih yang lebih kecil menunjukkan hasil yang lebih baik. Berdasarkan selisih yang didapatkan, penggunaan data bor jenis *HQ* lebih optimal dibandingkan data bor jenis *LDD* dalam hal melakukan estimasi sumberdaya dengan menggunakan metode *Polygon* dan *IDW*.

Kata Kunci: Nikel laterit, estimasi sumberdaya, *coring LDD*, *coring HQ*, metode *Polygon*, *Inverse Distance Weighting*.

ABSTRACT

Laterite nickel is one of the economical mineral resources on earth that needs to be found in order to meet the needs in the industrial sector. PT Vale Indonesia Tbk, as one of the largest nickel companies in Indonesia, has explored laterite nickel deposits in the form of drilling using two different sizes of drill rods, namely HQ type (61.1 mm) and LDD (202 mm) type drill rods. in the same area. The difference in the size of the exploration drill rods is one of the factors that greatly influences the estimation results obtained. The purpose of this study was to determine the value of the estimation results and to analyze the comparison of the estimated value of the HQ type drill data and the LDD type drill data with the production values so that it can be recommended which type of drill rod is better to use. The yield value is the tonnage value of the actual production yield of mining activities. From here, the resource estimation is carried out on both types of drill using the Polygon method and Inverse Distance Weighting. Based on the estimation results, the resource value for the HQ type drill data is 6,543,025 tons Ni and the LDD drill data is 6,633,730 tons Ni for the Polygon method, as well as the HQ type drill data is 6,644,731 tons Ni and LDD drill data. 6,676,867 tonnes of Ni for the IDW method. The difference between the estimation results and production yields was 11% for the Polygon method and 9.88% for the IDW method for HQ drill data, and 13% for the Polygon method and 12.95% for the IDW method for the LDD drill data. A smaller difference indicates better results. Based on the differences obtained, the use of HQ type drill data is more optimal than LDD type drill data in terms of estimating resources using the Polygon and IDW methods.

Keywords: Nickel laterite, resource estimation, LDD rods, HQ rods, Polygon method, Inverse Distance Weighting.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas anugerah, rahmat, karunia, kasih dan izin-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan kegiatan penelitian dan penyusunan skripsi dengan judul "SIMULASI PERBANDINGAN BOR *LDD* DAN *HQ* BERDASARKAN HASIL ESTIMASI SUMBERDAYA TERTUNJUK NIKEL LATERIT DENGAN HASIL PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE *POLYGON* DAN *INVERSE DISTANCE WEIGHTING'*. Salam dan shalawat senantiasa tercurah kepada Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat ra'hum ajma'in.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini, penulis mendapat berbagai kendala dan penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini banyak kekurangan yang disebabkan keterbatasan penulis. Tanpa bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak, penyusunan skripsi ini tidak akan selesai dengan baik.

Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi tingginya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, petunjuk dan bimbingan baik secara langsung maupun tidak langsung. Terkhusus Kepada PT Vale Indonesia Tbk, selaku perusahaan tempat penulis melaksanakan tugas akhir. Bapak Moh. Erwin Syam Noor, S.T, selaku Pembimbing dan kakanda dari SPA maupun SOA yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama kegiatan penelitian di PT Vale Indonesia Tbk. Bapak Asran Ilyas, ST. MT. Ph.D. selaku pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. Irzal Nur, MT. selaku Pembimbing II yang dengan sabar telah mencurahkan waktu, tenaga dan pikiran dalam mengarahkan dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Seluruh Dosen Departemen Teknik Pertambangan Universitas Hasanuddin yang telah memberi ilmu serta seluruh Staf Administrasi yang membantu penulis dalam menyelesaikan perkuliahan. Tidak lupa kedua orangtua tercinta Ayahanda Drs. H. Zaenul

Abidin M.Si. dan Ibunda Hj. Hermawati serta keluarga besar yang telah merawat, mendidik, membesarkan serta senantiasa mengiringi penulis dengan doa suci, dan mengorbankan segalanya demi kepentingan penulis dalam menuntut ilmu. Tak lupa pula untuk saudara dan saudari ROCKBOLT 16 (Teknik Pertambangan Universitas Hasanuddin angkatan 2016) dan PERMATA FT-UH yang telah memberikan keluarga dan pengalaman yang berharga selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Hasanuddin. Keluarga Laboratorium Eksplorasi Mineral Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, khususnya saudara Halilintar Rangga Swara S.T. atas dukungan, saran dan bantuannya dalam penulisan skripsi ini. Serta kepada saudari Andi Lilis Suriani Andi Mappiabang S.Hut, selaku partner yang memberi dukungan, motivasi, dan doa selama penulisan skripsi.

Terima kasih untuk semua pihak yang telah berperan penting dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya karena tidak dapat mencantumkan nama satu per satu dalam skripsi ini. Penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi sumber informasi bagi semua pembaca.

Aamiin, Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, Maret 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Tahapan Kegiatan Penelitian	3
1.6 Lokasi Penelitian.....	5
BAB II ESTIMASI SUMBERDAYA	8
2.1 Kondisi Geologi.....	8
2.2 Nikel Laterit.....	11
2.3 Klasifikasi Sumberdaya Mineral	13
2.4 Metode Estimasi Sumberdaya	15
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Sumber Data	23
3.2 Pengolahan Data	28
3.3 Bagan Alir Penelitian	32
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Analisis Topografi	33
4.2 Pemodelan Ore.....	35
4.3 Estimasi Sumberdaya.....	38

4.4	Perbandingan Hasil Estimasi <i>LDD</i> & <i>HQ</i> Metode IDW & Polygon Dengan Data Produksi.....	41
4.5	Diskusi.....	45
BAB V	PENUTUP	48
5.1	Kesimpulan	48
5.2	Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1	Peta tunjuk lokasi penelitian 6
2.1	Sebaran Endapan Nikel Laterit Dunia (Berger VI, 2011) 12
2.2	Klasifikasi sumberdaya dan cadangan mineral berdasarkan faktor pengubah dan tingkat pengetahuan dan keyakinan geologi (KCMII, 2017)..... 15
2.3	Skema estimasi sumberdaya menggunakan <i>Polygon</i> 16
3.1	Peta model sebaran titik bor <i>LDD</i> 21
3.2	Peta model sebaran titik bor <i>HQ</i> 21
3.3	Sampel <i>coring LDD</i> (A), Sampel <i>coring HQ</i> (B)..... 22
3.4	Peta perbandingan luas area produksi dan area estimasi..... 23
3.5	Format Data yang Digunakan Pada ArcGis 10.3. 29
3.6	Peta topografi sebelum dilakukan analisis (A) Peta topografi setelah dilakukan analisis (B) 30
3.7	Pembuatan <i>Top Ore</i> Pada Perangkat Lunak <i>ArcGis 10.3</i> 31
3.8	Bagan alir penelitian 32
4.1	Peta topografi sebelum dilakukan analisis (A) Peta topografi setelah dilakukan analisis (B) 33
4.2	Peta perbandingan luas area produksi dengan luas area estimasi 34
4.3	Peta model Ore Metode IDW Pada Data <i>LDD</i> 36
4.4	Peta model Ore Metode IDW Pada Data <i>HQ</i> 36
4.5	Peta model Ore Metode <i>Polygon</i> Pada Data <i>LDD</i> 37
4.6	Peta model Ore Metode <i>Polygon</i> Pada Data <i>HQ</i> 38

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Contoh Data <i>Collar HQ</i>	24
3.2 Contoh Data <i>Collar LDD</i>	24
3.3 Contoh Data <i>Assay HQ</i>	25
3.4 Contoh Data <i>Assay LDD</i>	27
4.1 Hasil Estimasi Data Bor <i>LDD</i> menggunakan metode <i>Polygon</i>	39
4.2 Hasil Estimasi Data Bor <i>HQ</i> menggunakan metode <i>Polygon</i>	39
4.3 Hasil Estimasi Data Bor <i>LDD</i> menggunakan metode <i>IDW</i>	40
4.4 Hasil Estimasi Data Bor <i>HQ</i> menggunakan metode <i>Polygon</i>	41
4.5 Hasil Estimasi dan Hasil Perbandingan Produksi Bor <i>LDD</i> dan <i>HQ</i> Metode <i>Polygon</i> dan <i>IDW</i>	46
4.6 Perhitungan Hasil Selisih Antara Hasil Estimasi dan Hasil Produksi bor <i>LDD</i> dan <i>HQ</i>	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A DATA COLLAR LDD.....	57
B DATA COLLAR HQ.....	58
C DATA ASSAY LDD.....	59
D DATA ASSAY HQ.....	61
E DATA GEOLOGY LDD.....	63
F DATA GEOLOGY HQ.....	65
G DATA SURVEY LDD.....	67
H DATA SURVEY HQ.....	68
I PETA TUNJUK LOKASI PENELITIAN	69
J PETA SEBARAN TITIK BOR LDD.....	70
K PETA SEBARAN TITIK BOR HQ.....	71
L TABEL PERHITUNGAN PENGOLAHAN DATA.....	72
M MODEL SEBARAN ORE Ni BOR LDD POLYGON.....	73
N MODEL SEBARAN ORE Ni BOR LDD IDW.....	74
O MODEL SEBARAN ORE Ni BOR HQ POLYGON	75
P MODEL SEBARAN ORE Ni BOR HQ IDW.....	76

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nikel laterit adalah produk residual pelapukan kimia pada batuan ultramafik, proses ini berlangsung selama jutaan tahun dimulai ketika batuan ultramafik tersingkap di permukaan bumi (Waheed, 2002). Proses laterisasi berawal dari infiltrasi air hujan yang bersifat asam yang masuk ke dalam zone 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).

Sebelum kegiatan penambangan nikel, maka terlebih dahulu dilakukan kegiatan eksplorasi berupa pemboran produksi untuk mendapatkan conto atau sampel kadar nikel untuk menentukan langkah awal kebijakan dalam penambangan produksi bahan galian. Pengeboran merupakan proses pembuatan lubang pada permukaan tanah atau batuan menembus ke bawah tanah untuk melihat koleksi tanah dan batuan secara detail serta memperkirakan kualitas dan kuantitas cadangan dari suatu endapan mineral tertentu. Pengeboran jenis ini biasa disebut sebagai pengeboran eksplorasi (Pathak, 2014).

PT Vale Indonesia Tbk merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan dan pengolahan nikel yang beroperasi di Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan. Sebagai salah satu perusahaan nikel terbesar di Indonesia, PT Vale Indonesia Tbk telah melakukan pengeboran dengan menggunakan dua tipe ukuran *coring* yang berbeda, yaitu *coring* tipe *HQ* (61,1 mm) dan *coring* tipe *LDD* (202 mm) yang dilakukan pada area X.

Penggunaan dua tipe ukuran diameter *coring* yang berbeda bertujuan untuk membandingkan hasil pengeboran dari *coring* tipe *HQ* (61,1 mm) dan *coring* tipe *LDD* (202 mm), dikarenakan pada saat pengeboran menggunakan *coring* tipe *HQ* (61,1 mm) estimasi yang diperoleh tidak sesuai dengan hasil produksi yang didapatkan. Maka dilakukan percobaan pengeboran dengan menggunakan *coring* tipe *LDD* (202 mm) yang memiliki diameter lebih besar.

Perbedaan tipe ukuran pada *coring* eksplorasi menjadi salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap hasil estimasi yang didapatkan, sebab untuk melakukan estimasi sumberdaya dibutuhkan conto data pengeboran yang sesuai agar hasil estimasi mendekati nilai hasil produksi yang sebenarnya. Olehnya itu, penulis mengangkat penelitian mengenai perbandingan *coring LDD* dan *HQ* berdasarkan hasil estimasi sumberdaya nikel laterit dengan hasil produksi.

1.2 Rumusan Masalah

Perbedaan tipe ukuran pada *coring* eksplorasi menjadi salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap hasil estimasi yang didapatkan. Taksiran hasil estimasi berdasarkan conto data pengeboran sangat menentukan nilai sumberdaya yang terdapat di suatu daerah yang akan dilakukan proses penambangan. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukanlah penelitian perbandingan antara *coring* tipe *HQ* (61,1 mm) dan *coring* tipe *LDD* (202 mm) berdasarkan hasil estimasi dengan hasil produksi sehingga dapat ditentukan ukuran tipe *coring* yang dapat mendekati dengan nilai hasil produksi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakannya penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui nilai hasil estimasi data bor tipe *HQ* (61,1 mm) dan data bor tipe *LDD* (202 mm) dengan menggunakan metode *Polygon* dan *Inverse Distance Weighting*.
2. Menganalisis perbandingan nilai hasil estimasi data bor tipe *HQ* (61,1 mm) dan data bor tipe *LDD* (202 mm) dengan nilai hasil produksi.
3. Menentukan ukuran diameter *coring* yang terbaik antara data bor tipe *HQ* (61,1 mm) dan data bor tipe *LDD* (202 mm).

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi perusahaan

Sebagai bahan pertimbangan kepada perusahaan dalam menilai penggunaan *coring* tipe *LDD* dan tipe *HQ* berdasarkan hasil estimasi dengan hasil produksi endapan nikel laterit pada PT Vale Indonesia Tbk.

2. Bagi kalangan akademik

Bahan pembelajaran/referensi dalam menambah wawasan mengenai penggunaan *coring* tipe *LDD* dan tipe *HQ* berdasarkan hasil estimasi dengan hasil produksi endapan nikel laterit.

1.5 Tahapan Kegiatan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam penyusunan tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Tahap studi literatur

Studi literatur meliputi tahapan pencarian referensi yang berkaitan dengan penelitian. Literatur yang digunakan sebagai bahan pustaka diperoleh dari berbagai sumber antara lain jurnal internasional, *Internasional Mining Book*, *International Mining Magazine*, perpustakaan dan instansi terkait.

2. Tahap perumusan masalah

Perumusan masalah dilakukan untuk menentukan masalah yang akan diteliti dan menjadi batasan dalam melakukan penelitian

3. Tahap orientasi lapangan dan pengumpulan data

Orientasi lapangan dilakukan di daerah PT Vale Indonesia Tbk, data pendukung penelitian yang didapatkan berupa data sekunder yang sudah ada sebelumnya seperti data pengeboran *LDD* dan *HQ* yang di dalamnya termuat data *assay* serta *collar*.

4. Tahap pengolahan data

Tahapan pengolahan data dilakukan terhadap data yang telah diperoleh dari hasil pengambilan data yang selanjutnya dilakukan analisis menggunakan beberapa perangkat lunak seperti *Microsoft Excel*, *ArcGis 10.3*. serta *Surpac*.

5. Tahap penyusunan laporan tugas akhir

Penyusunan laporan tugas akhir merupakan kegiatan mengumpulkan keseluruhan data yang didapatkan dan disusun dalam bentuk laporan akhir.

6. Tahap seminar dan penyerahan laporan tugas akhir

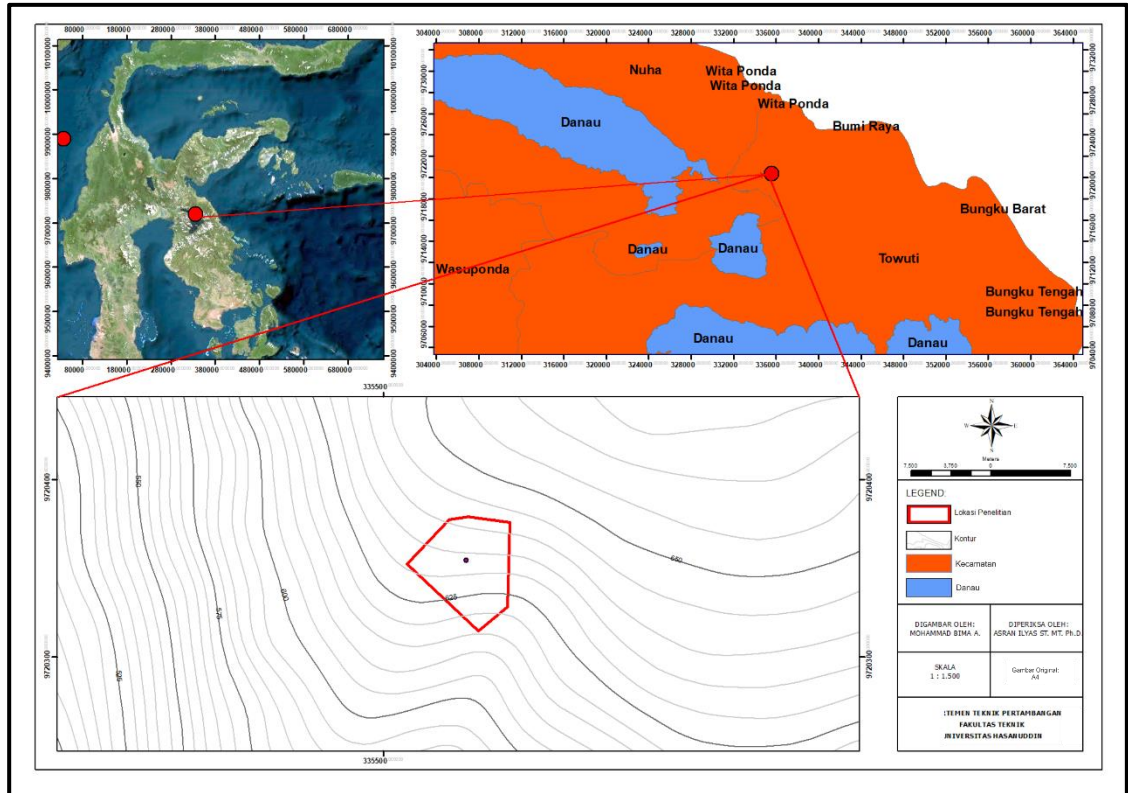
Laporan hasil penelitian yang telah disusun akan dipresentasikan dalam seminar hasil. Koreksi dan saran pada saat seminar akan digunakan untuk merevisi kembali laporan yang telah diseminarkan.

1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi pertambangan PT Vale Indonesia Tbk secara administratif terletak di daerah Sorowako, Kecamatan Nuha, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan. Perjalanan ke PT Vale Indonesia Tbk dapat ditempuh dengan 2 jalur transportasi, yaitu jalur pertama adalah dengan jalan darat menuju Sorowako. Perjalanan ini memiliki jarak ± 720 km dengan lama perjalanan ± 12 jam dari Makassar dengan menggunakan bus angkutan umum, sedangkan jalur kedua adalah jalur udara dari bandara Sultan Hasanuddin di Makassar menuju bandara Sorowako menggunakan transportasi udara dengan waktu tempuh 45 menit. PT Vale Indonesia Tbk memiliki kontrak karya seluas 218.529,01 ha. Secara umum wilayah kontrak karya PT Vale Indonesia Tbk dibagi dalam tiga kategori, yaitu (Sukamto, 1975):

1. Lokasi *Sorowako Project Area (SPA)*, meliputi area Sorowako dan sekitarnya dengan luas daerah $\pm 10.010,22$ Ha.
2. Lokasi *Sorowako Outer Area (SOA)* memiliki luas daerah $\pm 108.377,25$ Ha, meliputi daerah Lingke, Lengkobale, Lasobonti, Lambatu, Tanamalia, Lingkona, Lampenisu, Lampesue, Petea, Topemanu, Tanah Merah, Nuha, Matano, Larona dan Malili.

Lokasi penelitian berada pada lokasi *Sorowako Outer Area (SOA)* tepatnya pada daerah Petea. Peta tunjuk lokasi penelitian diperlihatkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Peta tunjuk lokasi penelitian

BAB II

ESTIMASI SUMBERDAYA

2.1 Kondisi Geologi

Pembahasan tentang kondisi geologi daerah penelitian dijelaskan dalam beberapa sub bab di bawah ini.

2.1.1 Geologi Regional

Pulau Sulawesi terletak di Indonesia bagian tengah yang berada pada pertemuan tiga Lempeng, yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng Eurasia (Ilyas, *et al.*, 2016). Pulau Sulawesi terletak di bagian tengah Kepulauan Indonesia, di mana terdiri dari empat sabuk litotektonik, yaitu (Maulana *et al.*, 2013):

1. Busur pluto-vulkanik dari selatan hingga utara lengan Pulau Sulawesi,
2. Sabuk Metamorfik di bagian tengah, memanjang dari tengah ke tenggara,
3. Sabuk Ofiolit di bagian timur-tenggara, dan Banggai-Sula dan Tukang Besi *microcontinent*.

2.1.2 Geologi Lokal

Geologi daerah Sorowako dan sekitarnya sudah dideskripsikan sebelumnya secara umum oleh Brouwer (1934), Van Bemmelen (1949), Soeria Atmadja *et al.* (1974) dan Ahmad (1977). Namun yang secara spesifik membahas tentang geologi deposit nikel laterit adalah Golightly (1979). Golightly membagi geologi daerah Sorowako menjadi tiga bagian, yaitu:

1. Satuan batuan sedimen yang berumur kapur; terdiri dari batugamping laut dalam dan rijang. Bagian Barat Sorowako dibatasi oleh sesar naik dengan kemiringan ke arah barat.

2. Satuan batuan ultrabasa yang berumur awal tersier umumnya terdiri dari jenis peridotit, sebagian mengalami serpentinisasi dengan derajat yang bervariasi dan umumnya terdapat di bagian timur. Satuan ini memiliki intrusi-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.

Bijih Nikel yang terdapat di bagian tengah dan timur Sulawesi tepatnya di Daerah Sorowako termasuk ke dalam jenis laterit nikel dan bijih nikel silikat (garnierit). Bijih nikel tersebut akibat pelapukan dan pelindian (*leaching*) batuan ultrabasa seperti peridotit dan serpentin dari rombakan batuan ultrabasa. Penampang lapisan bijih laterit nikel Daerah Sorowako dapat digambarkan sebagai berikut (Ahmad, 2006):

1. Lapisan tanah penutup (*Overburden*)

Lapisan tanah penutup terletak di bagian atas permukaan. Kondisi fisik lunak dan memiliki warna coklat kemerahan hingga gelap dengan kadar air antara 25% sampai 35%, kadar Nikel kecil 1,3% mempunyai ketebalan berkisar antara 1 - 12 meter.

2. Lapisan limonit berkadar menengah (*Medium Grade Limonit*)

Lapisan limonit berkadar menengah terletak di bawah lapisan tanah penutup. Lapisan ini memiliki warna kuning kecoklatan, agak lunak, berkadar air antara 30% - 40%, kadar Nikel 1,5%, Fe 44%, MgO 3%, SiO₂ 2%. Lapisan ini mempunyai ketebalan rata-rata 3 meter.

3. Lapisan bijih (*Ore*)

Lapisan bijih merupakan hasil pelapukan batuan peridotite. Lapisan ini memiliki warna kuning kecoklatan agak kemerahan. Lapisan bijih terletak di bagian bawah dari *medium grade limonit*, dengan ketebalan rata-rata 7 meter. Lapisan bijih terdapat bersama batuan yang keras atau rapuh sebagian saprolite. Kadar Ni

1,85%, Fe 16%, MgO 25%, SiO₂ 35%. Lapisan bijih merupakan lapisan yang bernilai ekonomis untuk ditambang sebagai bijih.

4. Lapisan batuan dasar (*Bedrock/Blue Zone*)

Lapisan ini merupakan batuan peridotit yang tidak atau belum mengalami pelapukan dengan kadar Ni 1,3%. Batuan *bedrock* pada umumnya merupakan bongkah-bongkah massif yang memiliki warna kuning pucat sampai abu-abu kehijauan. Secara lokal batuan dasar ini disebut *blue zone*. Ketebalan dari masing-masing lapisan tidak merata. Hal tersebut tergantung dari relief, umumnya endapan laterit terakumulasi banyak pada bagian bawah bukit dengan relief yang landai.

Sesar besar di daerah ini menyebabkan relief topografi mencapai 600 mdpl dan hingga sekarang masih aktif tererosi. Sejarah tektonik dan geomorfik di kompleks ini sangat penting untuk pembentukan Ni laterit yang bernilai ekonomis (Golightly, 1979). Daerah Sorowako sebagian besar disusun oleh batuan ultramafik yang membentang hingga 10.000 km² di bagian timur Sulawesi serta merupakan host dari endapan Ni laterit (Suratman, 2000).

Penambangan bijih nikel oleh PT Vale Indonesia Tbk di Sorowako terbagi atas empat daerah penambangan, yaitu Blok Barat, Blok Timur, Petea dan Bahodopi. Pembagian ini disebabkan adanya perbedaan batuan yang belum mengalami proses pelapukan atau biasa disebut *boulder* (*sustainability report* PT Vale Indonesia, 2017).

1. Blok Barat (*West Block*)

Blok barat memiliki ketebalan *overburden* rata-rata 7,0 m dengan kandungan nikel rendah 1.2%. Pada lapisan *incremental limonit saprolit* memiliki ketebalan rata-rata 6.6 m dengan kandungan nikel 1,36%. Lapisan limonit *ore* dengan ketebalan rata-rata 3,7 meter dengan kandungan Ni 1,7%. Lapisan saprolit *ore* dengan kandungan nikel 2,02 % dengan ketebalan rata-rata 7 m. Lapisan bawah

adalah *bedrock* yang memiliki warna hijau kebiruan hingga abu-abu kehijauan dengan kandungan Ni 0,3%.

2. Blok Timur (*East Block*)

Ketebalan *overburden* rata-rata 11,7 m memiliki kandungan nikel 1,3%. Lapisan *incremental limonit saprolit* memiliki ketebalan rata-rata 4,9 m dengan kandungan nikel 1,37%. Lapisan limonit *ore* dengan ketebalan rata-rata 3 m dengan kandungan Ni 1,68%. Lapisan saprolit *ore* dengan kandungan nikel 1,87 % dan tebal rata-rata 7,2 m. Lapisan bawah adalah *bedrock* yang berwarna hijau kebiruan hingga abu-abu kehijauan dengan kandungan Ni 0,3%.

3. Petea

Ketebalan *overburden* rata-rata 5 m memiliki kandungan nikel rendah 1.2%. Lapisan *incremental limonit saprolit* dengan ketebalan rata-rata 3.1 m, kandungan nikel 1,4%. Lapisan limonit *ore* dengan ketebalan rata-rata 2,5 m dengan kandungan Ni 1,93%. Lapisan saprolit *ore* dengan kandungan nikel 1,81 % dan tebal rata-rata 7 m.

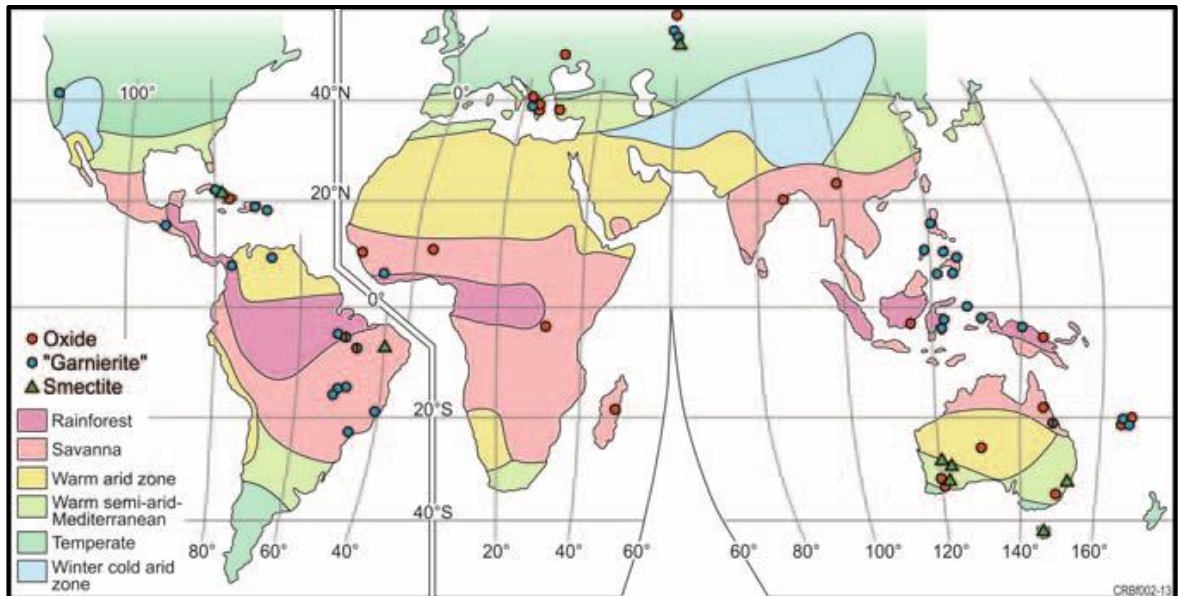
4. Bahodopi

Ketebalan *overburden* rata-rata 5,2 m dengan kandungan nikel rendah 1.2%. Lapisan *incremental limonit saprolit* memiliki ketebalan rata-rata 3,5 m dengan kandungan nikel 1,36%. Lapisan limonit *ore* dengan ketebalan rata-rata 3,2 m dengan kandungan Ni 1,76%. Lapisan saprolit *ore* dengan kandungan nikel 1,67 % dan tebal rata-rata 5,2 m. Lapisan bawah adalah *bedrock* yang berwarna hijau kebiruan hingga abu-abu kehijauan dengan kandungan Ni 0,55%.

2.2 Nikel Laterit

Nikel laterit adalah produk laterisasi batuan kaya Mg atau ultramafik yang memiliki kandungan Ni primer 0,2-0,4%. 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). Secara lebih jelas, sebaran endapan nikel laterit di dunia dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sebaran Endapan Nikel Laterit Dunia (Berger VI, 2011).

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 Caledonia 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 (Elias, 2002).

Proses laterisasi berawal dari infiltrasi air hujan yang bersifat asam yang masuk ke dalam zone 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).

2.3 Klasifikasi Sumberdaya Mineral

Sumberdaya mineral adalah endapan mineral yang diharapkan dapat dimanfaatkan secara nyata. Sumberdaya mineral dengan keyakinan geologi tertentu dapat berubah menjadi cadangan setelah dilakukan pengkajian kelayakan tambang dan memenuhi kriteria layak tambang. Istilah sumberdaya mineral mencakup mineralisasi, termasuk material buangan dan material sisa, yang telah diidentifikasi dan diestimasi melalui eksplorasi dan pengambilan sampel, dan darinya cadangan mineral dapat ditentukan dengan pertimbangan dan penerapan faktor Pengubahnya (KCMI, 2017).

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 (KCMI, 2017). Pembahasan masing-masing adalah sebagaimana dijelaskan di bawah ini.

1. Sumberdaya mineral tereka

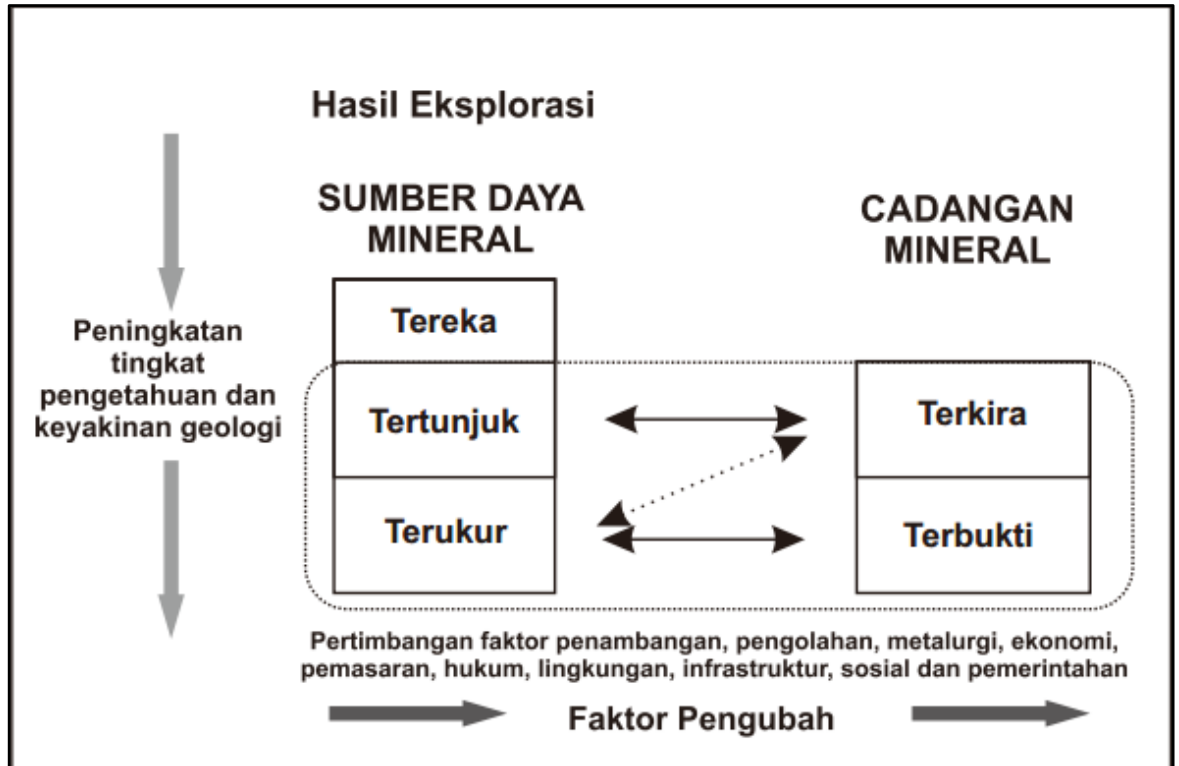
Sumberdaya mineral tereka merupakan bagian dari sumberdaya mineral dimana kuantitas dan kualitas kadarnya diestimasi berdasarkan bukti-bukti geologi dan pengambilan contoh yang terbatas. Bukti geologi tersebut memadai untuk menunjukkan keterjadiannya tetapi tidak memverifikasi kemenerusan kualitas atau 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.

2. Sumberdaya mineral tertunjuk

Sumberdaya mineral tertunjuk merupakan bagian dari sumberdaya mineral di mana 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 cebakan tersebut. Bukti geologi didapatkan dari eksplorasi, pengambilan conto dan pengujian yang cukup detail dan andal, dan memadai untuk mengasumsikan kemenerusan geologi dan kadar atau kualitas di antara 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.

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 cebakan tersebut. Bukti geologi didapatkan dari eksplorasi, pengambilan conto dan pengujian yang detail dan andal, 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 (KCFI, 2017). Gambaran perubahan klasifikasi sumberdaya dan cadangan mineral berdasarkan faktor pengubah dan tingkat pengetahuan dan keyakinan geologi dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Klasifikasi sumberdaya dan cadangan mineral berdasarkan faktor pengubah dan tingkat pengetahuan dan keyakinan geologi (KCMI, 2017).

2.4 Metode Estimasi Sumberdaya

Estimasi sumberdaya adalah estimasi potensi dari endapan mineral bijih yang terletak di permukaan bumi untuk mengetahui apakah endapan tersebut layak untuk dilanjutkan ke proses penambangan selanjutnya yaitu perhitungan cadangan. Ada beberapa jenis dari metode estimasi yang dirancang untuk tujuan yang berbeda-beda (Dominy *et al.*, 2002).

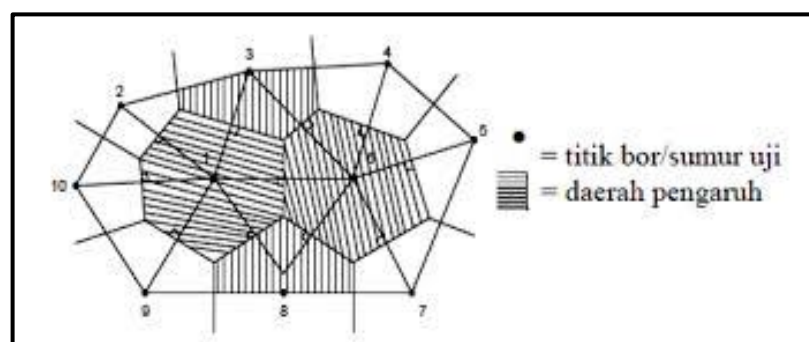
Estimasi sementara yaitu estimasi dengan data bor yang memiliki spasi bor yang lebar. Estimasi dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan spasi titik bor untuk estimasi yang lebih detail. Tujuan dari estimasi sementara yaitu untuk memperoleh prediksi tonase dan kadar dari *ore* dengan produksi yang besar atau pada periode tertentu. Faktor penting lainnya adalah akan diperoleh informasi tambahan di masa yang akan datang. Sedangkan tujuan dari estimasi akhir adalah untuk melakukan estimasi

sesuai dengan nilai yang diharapkan, nilai sebenarnya akan sama dengan nilai estimasi yang diharapkan.

Metode untuk estimasi sumberdaya umumnya bergantung pada keadaan geologi endapan, metode eksplorasi, keakuratan data dan nilai koefisien variasi, manfaat serta tujuan estimasi sumberdaya. Secara umum metode estimasi yang digunakan untuk endapan nikel laterit ada beberapa jenis metode. Metode yang digunakan pada umumnya antara lain metode *Polygon*, metode *Inverse Distance Weighting (IDW)*, dan metode *kriging*.

2.4.1 Metode *Polygon*

Metode *Polygon* merupakan metode perhitungan yang konvensional dibandingkan dengan metode lainnya, karena pada perhitungan cadangan endapannya tidak begitu memperhatikan struktur spasial daerah yang akan diobservasi dan tidak begitu memperhatikan data-data dari titik-titik bor di sekitarnya. Metode *Polygon* disebut juga metode daerah pengaruh (*area of influence*). Pada metode ini semua faktor ditentukan untuk suatu titik tertentu pada endapan mineral, diekstensikan sejauh setengah jarak dari titik di sekitarnya yang membentuk suatu daerah pengaruh. Batas daerah pengaruh terluar dari *Polygon* ini bisa hanya sampai pada titik-titik bor terluar saja (*included area*), atau diekstensikan sampai sejauh setengah jarak (*extended area*) (Hartman, 1992). Secara lebih jelas untuk melihat skema dasar estimasi sumberdaya menggunakan metode *polygon* dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Skema estimasi sumberdaya menggunakan *Polygon*.

Estimasi sumberdaya dengan metode *Polygon* dapat dilakukan dengan:

1. Setiap lubang bor ditentukan suatu batas daerah pengaruh yang dibentuk oleh garis-garis berat antara titik tersebut dengan titik-titik terdekat di sekitarnya.
2. Masing-masing daerah atau blok diperlakukan sebagai suatu *Polygon* yang mempunyai kadar dan ketebalan yang konstan yaitu sama dengan kadar dan ketebalan titik bor di dalam *Polygon* tersebut.

Sumberdaya endapan diperoleh dengan menjumlahkan seluruh tonase tiap blok/*Polygon*, sedangkan kadar rata-ratanya dihitung memakai pembobotan tonase.

2.4.2 Metode *Inverse Distance Weighting (IDW)*

Metode *Inverse Distance Weighted (IDW)* merupakan metode deterministik 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 lebih jauh. Bobot (*weight*) akan berubah secara linier sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel. Metode ini biasanya digunakan dalam industri pertambangan karena mudah untuk digunakan. Dalam penaksiran data kadar dilakukan teknik-teknik pembobotan yang ada pada umumnya didasarkan pada:

1. Letak grid yang atau blok yang akan ditaksir terhadap letak data sampel.
2. Kecenderungan penyebaran kualitas data.
3. Orientasi setiap sampel yang menunjukkan hubungan letak ruang antar sampel.
4. Untuk mendapatkan efek penghalusan (pemerataan) data, dilakukan faktor pangkat. Pilihan dari pangkat yang digunakan (titik bor 1, titik bor 2, titik bor 3, dst) yang berpengaruh terhadap hasil taksiran. Semakin tinggi pangkat yang digunakan, hasilnya semakin mendekati metode *Polygon* sampel terdekat.

5. Dalam metode ini, komputer memeriksa jarak antara sampel dari kumpulan blok dan menolak data yang berada diluar radius tertentu dan ditentukan dengan persamaan sebagai berikut (Annels, 1991).

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^k} Z_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^k}} \quad (1)$$

dimana,

Z = Kadar taksiran (%)

n = Jumlah data

i = Kadar ke-i (%)

d_i = Spasi Antar Titik Taksiran dengan Titik ke-i yang Ditaksir (m)

k = Pangkat (*script*)

Z_i = Kadar awal (%)

Pangkat "k" biasanya bervariasi antara 1, 2, 3, dan seterusnya. Metode ini hanya berlaku ketika sampel dalam area pencarian tertentu dan dilakukan secara berulang-ulang dan biasanya dilakukan dengan komputerisasi (Annels, 1991).

Kelebihan dari metode interpolasi *IDW* ini adalah karakteristik interpolasi dapat dikontrol dengan membatasi titik-titik masukan yang digunakan dalam proses interpolasi. Titik-titik yang terletak jauh dari titik sampel dan yang diperkirakan memiliki korelasi spasial yang kecil atau bahkan tidak memiliki korelasi spasial dapat dihapus dari perhitungan. Titik-titik yang digunakan dapat ditentukan berdasarkan jarak yang ingin diinterpolasi. Kelemahan dari interpolasi *IDW* adalah tidak dapat mengestimasi nilai diatas nilai maksimum dan dibawah nilai minimum dari titik-titik sampel (Pramono, 2008)

Sedangkan kekurangan 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 data 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).

2.4.3 Metode *Kriging*

Interpolasi *kriging* dapat digolongkan dalam interpolasi stokastik. Interpolasi stochastic menawarkan penilaian kesalahan dengan nilai prediksi dengan mengasumsikan kesalahan acak. Metode *kriging* merupakan estimasi stochastic mirip dengan *IDW* yang menggunakan kombinasi linear dari bobot untuk memperkirakan nilai di antara sampel data. Metode ini dikembangkan oleh D.L. Krige untuk memperkirakan nilai dari bahan tambang. Asumsi dari model ini adalah jarak dan orientasi antara sampel data menunjukkan korelasi spasial.

Metode *kriging* mempunyai keunggulan dan kelemahan menurut Lagueche (2006), keunggulannya yaitu kemampuan untuk mengidentifikasi variansi dari nilai yang diestimasi sehingga tingkat presisi dari hasil estimasi dapat diketahui. Metode *kriging* tetap dapat digunakan meskipun tidak ditemukan korelasi spasial antar data. Kelemahan *kriging* yaitu mengasumsikan data menyebar normal sementara kebanyakan data lapangan tidak memenuhi kondisi tersebut. Selain itu, semivariogram yang dihitung untuk suatu himpunan data tidak berlaku untuk himpunan data lainnya. Dengan demikian estimasi semivariogram akan sulit bila titik sampel yang digunakan tidak mencukupi.