

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia menjadi salah satu negara potensial dari segi sumber daya alam utamanya sumber daya mineral. Semakin banyaknya kebutuhan pasar terkait bahan baku sumber daya mineral mendorong untuk terus dilakukannya kegiatan eksplorasi dan eksploitasi, tak terkecuali bahan logam mulia dan logam dasar. Salah satu bahan galian mineral logam yang banyak dibutuhkan adalah bahan galian bijih nikel laterit. Dengan meningkatnya permintaan terhadap logam ini, pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya nikel secara efisien dan akurat menjadi sangat krusial.

Laterit terbentuk melalui proses pelapukan kimia batuan di permukaan bumi, di mana mineral-mineral primer yang tidak stabil terlarut oleh air dan digantikan oleh mineral-mineral baru yang lebih stabil terhadap kondisi lingkungan permukaan. Proses ini, yang dikenal sebagai lateritisasi, berperan penting dalam pembentukan deposit bijih, seperti bauksit (aluminium) dan nikel laterit, melalui konsentrasi elemen-elemen tertentu.

PT Makmur Lestari Primatama sebagai salah satu perusahaan penambangan nikel di Indonesia, memanfaatkan data blok model untuk merencanakan operasi penambangannya. Namun, evaluasi terhadap kesesuaian antara estimasi dan realisasi masih menjadi tantangan yang harus dihadapi guna menjamin efektivitas produksi dan akurasi cadangan data. Oleh karena itu, analisis antara kadar unsur Nikel (Ni) dan tonase berdasarkan data blok model dengan realisasi penambangan menjadi penting untuk dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini fokus pada bagaimana profil laterit di daerah penelitian. Selain itu, penelitian ini juga membahas mengenai perbandingan antara kadar unsur nikel (Ni) dan tonase bijih yang diperoleh dari data blok model dengan hasil realisasi penambangan. Perbedaan yang muncul antara kedua data tersebut perlu dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya selisih kadar Ni dan tonase, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai kondisi geologi dan efisiensi proses penambangan pada daerah penelitian.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :



1. Mengetahui profil laterit pada daerah penelitian.

2. Mengetahui kadar unsur Ni dan tonase *ore* berdasarkan data blok model dan hasil realisasi penambangan, serta faktor yang mempengaruhi terjadinya selisih kadar unsur Ni dan Tonase.

3. Rumusan masalah

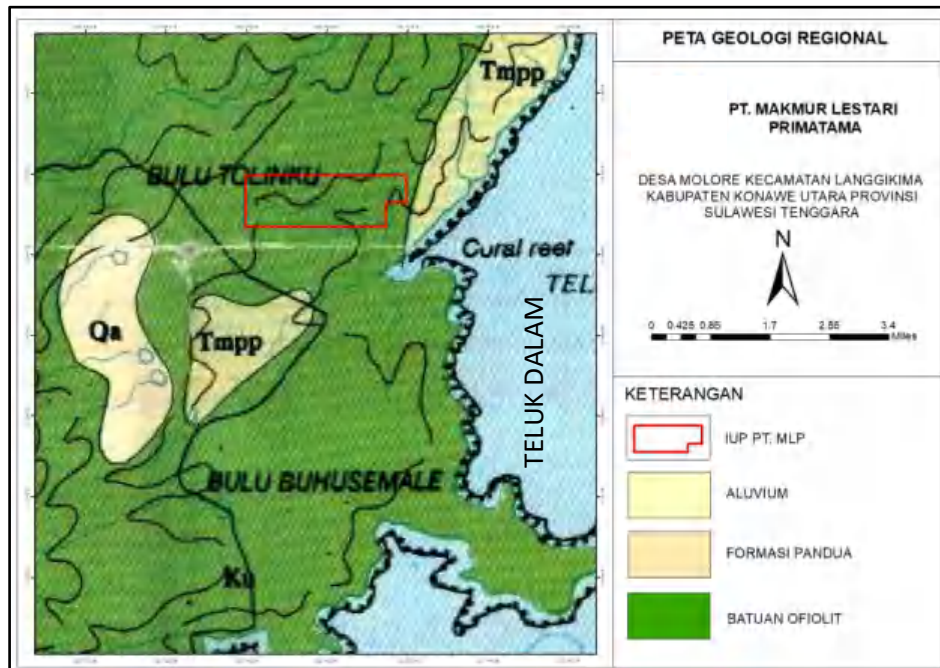
4. Batasi kajian pada penentuan perubahan salah satu unsur yang

digunakan untuk mencapai minimal nilai *cut off garde* yaitu unsur Ni dan juga perbandingan total tonasenya yang berasal dari data blok model.

1.5 Kajian Teori

1.5.1 Geologi Regional

Secara regional daerah penelitian termasuk dalam Peta Geologi Lembar lasusua skala 1:250.000 yang dipetakan terbitan oleh TO. Simandjuntak, E. Rusmana, Surono dan J. B Supandjono, (1997).



Gambar 1 Geologi Regional Lembar Lasusua-Kendari (IUP PT. Makmur Lestari Primatama) (Simanjuntak, T.O., et al., 1997).

1.5.1.1 Geomorfologi Regional

Menurut Simandjuntak, dkk (1983) dalam peta geologi regional lembar Lasusua - Kendari membagi dalam empat satuan morfologi yaitu, pegunungan, perbukitan, karst dan dataran rendah.

Daerah penyelidikan termasuk ke dalam satuan perbukitan dan satuan dataran rendah. Satuan perbukitan dicirikan memiliki ketinggian 75m sampai 750m di atas muka laut. Umumnya tersusun atas batu gamping dan konglomerat oleh Molassa Sulawesi. Satuan ini umumnya membentuk perbukitan bergelombang yang di alang-alang. Sungai di aliran ini berpola aliran meranting.

Dataran rendah terdapat di daerah pantai dan sepanjang aliran aruanya. Memiliki ketinggian berkisar dari beberapa meter sampai laut.



1.5.1.2 Stratigrafi Regional

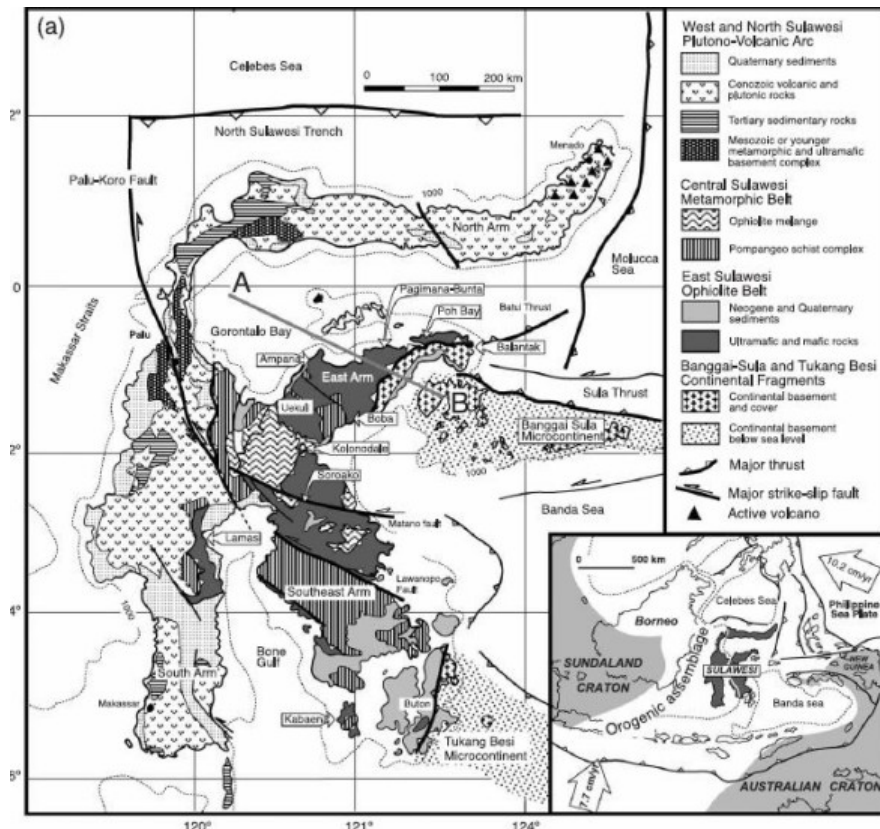
Secara regional, wilayah studi didominasi oleh kelompok Batuan Ultrabasa (Ku) berumur Kapur dan endapan aluvial berumur Holosen. Batuan ultrabasa di Sulawesi Tenggara merupakan bagian dari kelompok ofiolit (Ku), yang terdiri dari peridotit, harsburgit, dunit, dan serpentinit. Peridotit memiliki warna hitam kehijauan hingga kecoklatan, dengan butiran sedang hingga kasar, dan disusun oleh mineral piroksen, olivin, serta sedikit plagioklas dan bijih. Harsburgit berwarna hijau kehitaman, berbutir menengah, bertekstur fanerik, hipidiomorfik, dan sebagian telah terserpentinkan. Dunit berwarna hijau tua, dengan butiran halus hingga sedang, bersifat granular, dan terdiri dari olivin dengan sedikit piroksen. Serpentinit berwarna kelabu kehijauan, agak keras, kadang mengandung asbes, dan umumnya terdapat pada zona sesar.

Secara umum, batuan ultramafik di daerah ini telah mengalami pelapukan yang signifikan, menghasilkan lapisan laterit dengan ketebalan beberapa hingga belasan meter. Mineral garnierit, magnesit, dan oksida besi sering ditemukan di wilayah ini. Batuan ini merupakan bagian dari kerak samudera, yang berfungsi sebagai batuan dasar dan zona Hiatal. Batuan ofiolit ini terendapkan secara takselaras di atas Formasi Matano yang berumur Kapur Akhir, menunjukkan bahwa batuan tersebut diduga lebih tua dari Kapur Akhir.

1.5.1.3 Struktur Geologi

Struktur geologi yang dijumpai di wilayah Kabupaten Konawe Utara adalah sesar, lipatan dan kekar. Sesar dan kelurusan umumnya berarah Barat laut-tenggara searah dengan sesar geser lurus mengiri Lasolo. Sesar Lasolo bahkan masih aktif hingga saat ini. Sesar tersebut diduga ada kaitannya dengan Sesar Sorong yang aktif kembali pada Kala Oligosen (Simandjuntak, dkk., 1983). Sesar naik ditemukan di daerah Wawo sebelah Barat Tampakura dan di Tanjung Labuandala di Selatan Lasolo, yaitu beranjaknya Batuan Ofiolit ke atas Batuan Malihan Mekonga, Formasi Meluhu, dan Formasi Matano.





Gambar 2 Penyederhanaan Peta Unit Lithotectonic di Sulawesi (modifikasi Parkinson, 1998; Hall and Wilson, 2000; dalam Kadarusman, 2004)

1.5.2 Nikel Laterit

Endapan nikel terbentuk dari hasil pelapukan, dihasilkan melalui proses pelapukan yang sangat intensif di daerah tropis pada batuan yang mengandung nikel seperti peridotit dan serpentinit yaitu sebanyak 0,25% Ni. Selama proses pelapukan pada batuan tersebut (laterisasi) nikel berubah menjadi larutan dan diserap oleh mineral-mineral oksida besi yang membentuk garnierit pada batuan lapuk dibawah laterit tersebut. Selain nikel, kobal juga terkonsentrasi padalapisan ini pada jumlah terbatas. Adapun *grade* dari nikel yang dihasilkan berkisar 1,5-3 % Ni (Maulana, A, 2017).

Laterit merupakan sumber dari beberapa mineral ekonomis diantaranya bauxite dan nikel (Ni), mangan (Mn), tembaga (Cu), emas (Au) dan *platinum group element* (PGE). Bagian paling bawah dari profil laterit disebut dengan zona saprolite



na pelapukan tinggi dimana tekstur primer dan fabric dari batuan t dilihat. Akibat fluida yang bersifat *oxidized* dan asam, maka bagian zona ini dicirikan dengan tidak stabilnya sulfide dan karbonat cian atau leaching dari logam-logam chalcopile dan unsur-unsur vah dari zona saprolit ini dicirikan dengan terurainya mineral- n ferromagnesian, sementara Si dan Al akan tetap tinggal pada

mineral lempung (kaolinit dan *halloysite*)(Maulana, A, 2017).

Karena keberadaan fluida yang bersifat oksidatif dan asam, bagian paling bawah dari zona ini menunjukkan ketidakstabilan pada mineral sulfida dan karbonat, yang menyebabkan terjadinya pelindian (*leaching*) terhadap logam-logam chalcophile dan unsur-unsur alkali. Di zona ini, feldspar dan mineral ferromagnesian mengalami pelapukan, sedangkan silika (Si) dan aluminium (Al) cenderung bertahan dalam bentuk mineral lempung (Maulana, A, 2017).

1.5.3 Genesa Endapan Nikel Laterit

Proses pelapukan dimulai pada batuan ultramafik (*peridotit*, *dunit*, *serpentin*), dimana batuan ini banyak mengandung mineral olivin, piroksen, magnesium silikat dan besi silikat, yang pada umumnya mengandung 0,30% nikel. Batuan tersebut sangat mudah dipengaruhi oleh pelapukan lateritik. Proses laterisasi pada endapan nikel laterit diartikan sebagai proses pencucian pada mineral yang mudah larut dan silika dari profil laterit pada lingkungan yang bersifat asam, hangat dan lembab serta membentuk konsentrasi endapan hasil pengkayaan proses laterisasi pada unsur Fe, Cr, Al, Ni dan Co.

Air permukaan yang mengandung CO₂ dari atmosfer dan terkayakan kembali oleh material – material organik di permukaan meresap ke bawah permukaan tanah sampai pada zona pelindian, dimana fluktuasi air tanah berlangsung. Akibat fluktuasi ini air tanah yang kaya CO₂ akan kontak dengan zona saprolit yang masih mengandung batuan asal dan melarutkan mineral – mineral yang tidak stabil seperti olivin/serpentin dan piroksen. Mg, Si dan Ni akan larut dan terbawa sesuai dengan aliran air tanah dan akan memberikan mineral – mineral baru pada proses pengendapan kembali. Endapan besi yang bersenyawa dengan oksida akan terakumulasi dekat dengan permukaan tanah, sedangkan magnesium, nikel dan silika akan tetap tertinggal di dalam larutan dan bergerak turun selama suplai air yang masuk ke dalam tanah terus berlangsung. Rangkaian proses ini merupakan proses pelapukan dan pelindian.

Pada proses pelapukan lebih lanjut magnesium (Mg), Silika (Si), dan Nikel (Ni) akan tertinggal di dalam larutan selama air masih bersifat asam . Tetapi jika dinetralisasi karena adanya reaksi dengan batuan dan tanah, maka zat – zat tersebut akan cenderung mengendap sebagai mineral hidrosilikat (Ni-magnesium hidrosilicate) yang disebut mineral garnierit [(Ni,Mg)₆Si₄O₁₀(OH)₈] atau mineral pembawa Ni.

Adanya suplai air dan saluran untuk turunnya air, dalam hal berupa kekar, maka Ni yang terbawa oleh air turun ke bawah, lambat laun akan terkumpul di zona air sudah tidak dapat turun lagi dan tidak dapat menembus batuan dasar(*bedrock*). Ikatan dari dengan Mg, SiO dan H akan membentuk mineral garnierit dengan) Si₄O₅(OH)₄. Apabila proses ini berlangsung terus menerus, maka dalam proses pengkayaan supergen/supergen *enrichment*. Zona en ini terbentuk di zona Saprolit. Dalam satu penampang vertikal ga terbentuk zona pengkayaan yang lebih dari satu, hal tersebut muka air tanah yang selalu berubah-ubah , terutama tergantung



dari perubahan musim. Di bawah zona pengkayaan supergen terdapat zona mineralisasi primer yang tidak terpengaruh oleh proses oksidasi maupun pelindihan, yang sering disebut sebagai zona batuan dasar (*bed rock*). Biasanya berupa batuan ultramafik seperti peridotit atau dunit (Maulana, A, 2017).

Di bawah zona pengayaan supergen terdapat zona mineralisasi primer yang tidak terpengaruh oleh proses oksidasi maupun pelindihan, yang sering disebut sebagai zona hipogen. Zona pelapukan kimiawi yang kaya akan bijih nikel berada pada zona saprolit. Bijih nikel tidak hanya berasosiasi dengan garnierit, tapi Ni juga dapat mensubstitusi Fe dan Mg pada mineral silikat, khususnya serpentin. Komposisi kimia dari mineral-mineral mafik (termasuk olivin) dalam lherzolit yang mengandung Ni dan Cr misalnya pada endapan Ni-laterit Soroako, Sulawesi Selatan (Atmadja, 1974).

Pembentukan nikel laterit dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya adalah (Sutisna, 2006):

- a. Batuan asal. Adanya batuan asal merupakan syarat utama untuk terbentuknya endapan nikel laterit. Batuan asal yang berperan penting dalam pembentukan nikel laterit berupa batuan ultrabasa seperti harzburgit. Batuan ultrabasa mengandung mineral-mineral yang kurang stabil dan mudah melapuk seperti olivin dan piroksin. Oleh karena itu, batuan ultrabasa mempunyai komponen-komponen yang mudah larut dan memberikan lingkungan pengendapan yang baik untuk nikel.
- b. Iklim. Adanya pergantian musim kemarau dan musim penghujan menyebabkan terjadinya kenaikan dan penurunan permukaan air tanah, juga dapat menyebabkan terjadinya proses pemisahan dan akumulasi unsur-unsur. Perbedaan temperatur yang cukup besar akan mempercepat terjadinya pelapukan mekanis, menyebabkan rekahan dalam batuan yang akan mempermudah proses atau reaksi kimia pada batuan.
- c. Senyawa kimia dan vegetasi. Senyawa kimia merupakan faktor yang mempercepat proses pelapukan, seperti air tanah mengandung CO₂ yang bersifat asam berperan penting dalam proses pelapukan kimia. Terkait dengan faktor vegetasi terdapat asam humus yang menyebabkan dekomposisi batuan serta mengubah pH larutan. Jenis vegetasi suatu daerah erat hubungannya dengan terbentuknya asam humus di daerah tersebut. Dalam hal ini, vegetasi yang rapat dan bervariasi mempengaruhi penetrasi air lebih dalam sehingga air tanah yang terkumpul akan lebih banyak dan untuk terbentuknya lebih tebal. Kondisi ini merupakan lingkungan yang baik untuk terbentuknya endapan nikel berkadar tinggi.



logi. Batuan beku mempunyai porositas dan permeabilitas yang rendah sehingga penetrasi air sangat sulit, dengan adanya rekahan batuan akan memudahkan masuknya air sehingga proses pelapukan akan lebih cepat. Sebagai contoh, di daerah Pomalaa terdapat struktur kekar yang lebih banyak dibandingkan dengan struktur patahannya. Daerah ini disusun oleh batuan ultrabasa sebagai saluran tempat naiknya magma yang mengandung

unsur nikel, sehingga struktur ini menjadi salah satu factor dalam pembentukan cebakan bijih nikel.

- e. Topografi. Topografi setempat sangat berpengaruh terhadap sirkulasi air dan senyawa lain; untuk daerah landau, air akan bergerak perlahan sehingga dapat menembus batuan lebih dalam melalui rekahan atau pori batuan. Endapan mengandung nikel akan terakumulasi pada daerah landau sampai kemiringan sedang. Hal ini menunjukkan ketebalan pelapukan tergantung kepada bentuk topografi. Pada daerah yang curam, air limpasan (run off) lebih banyak daripada air yang meresap sehingga pelapukannya kurang intensif.
- f. Waktu. Semakin lama waktu pelapukan semakin besar endapan nikel yang terbentuk.

Berdasarkan tipe mineral yang dominan, bijih nikel laterit di dunia dapat diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) tipe, yaitu:

- a) Laterit oksida (*oxide laterites*) merupakan produk yang paling umum proses laterisasi. Sebagian besar terdiri atas Fe-hidroksida di bagian atas lapisan bijih;
- b) Laterit lempung (*clay laterite*). Sebagian besar terdiri atas lempung semektit pada bagian atas lapisan bijih;
- c) Laterit silikat, terbentuk pada bagian yang lebih dalam dan mungkin dilapisi oleh laterit oksida. Sebagian besar terdiri atas Mg-Ni silikat (serpentin, *garnierite*).

1.5.4 Profil Nikel Laterit

Sesuai dengan pengertian fisika dan kimia, magma terdiri atas bahan cair, bahan padat, dan bahan gas. Profil laterit dapat dibagi menjadi beberapa zona, Profil nikel laterit tersebut didiskripsikan dan diterangkan oleh daya larut mineral dan kondisi aliran air tanah. Berikut ini merupakan Lapisan-lapisan pada profil laterite dari endapan nikel laterite dibedakan menjadi yaitu (Maulana, A, 2017);

1. Lapisan tanah penutup (*overburden*)
Lapisan ini terletak di bagian atas permukaan, lunak dan berwarna coklat kemerahan hingga gelap dengan kadar air antara 25% sampai 35%, kadar nikel maksimal 1,3% dan di permukaan atas dijumpai lapisan iron capping. Lapisan ini mempunyai ketebalan berkisar antara 1 – 12 meter., merupakan kumpulan massa goethite dan limonite. Iron capping mempunyai kadar besi yang tinggi tapi kadar nikel yang rendah. Terkadang terdapat mineral-mineral hematite, chromiferous.
2. Lapisan limonite berkadar menengah (*Medium Grade Limonit*)



terletak di bawah lapisan tanah penutup *Fine-grained*, merah-cuning, agak lunak, berkadar air antara 30% - 40%, kadar nikel 4%, MgO 3%, SiO 2%, lapisan kaya besi dari limonit soil seluruh area dengan ketebalan rata-rata 3 meter. Lapisan ini tipis yang terjal, dan setempat hilang karena erosi. Sebagian dari nikel ini hadir di dalam mineral *manganese oxide*, *lithiophorite*.

Terkadang terdapat mineral *talca*, *tremolite*, *chromiferous*, *Quartz*, *gibbsite*, *maghemite*. Limonite di daerah *west block (unserpentinized)* umumnya mempunyai nikel lebih tinggi di dibandingkan dengan limonite di daerah *East block (Serpentinized)*. Limonit dibedakan menjadi 2, yaitu : *Red limonit* yang biasa disebut hematit dan *Yellow limonit* yang disebut goethit . Biasanya pada goethit nikel berasosiasi dengan Fe dan mengganti unsur Fe sehingga pada zona limonit terjadi pengayaan unsur Ni.

3. Lapisan Bijih (*Saprolit*)


Lapisan ini merupakan hasil pelapukan batuan peridotit, berwarna kuning kecoklatan agak kemerahan, terletak di bagian bawah dari lapisan limonite berkadar menengah, dengan ketebalan rata-rata 7 meter. Campuran dari sisa-sisa batuan, butiran halus limonite, saprolitic rims, *vein* dari endapan garnierit, *nickeliferous quartz*, mangan dan pada beberapa kasus terdapat *silica boxwork*, bentukan dari suatu zona transisi dari limonite ke bedrock.

Terkadang terdapat mineral kuarsa yang mengisi rekahan, mineral-mineral primer yang terlapukan, clorite. Garnierit dilapangan biasanya diidentifikasi sebagai *colloidal talc* dengan lebih atau kurang *nickeliferous serpentin*. Struktur dan tekstur batuan asal masih terlihat. Lapisan ini terdapat bersama batuan yang keras atau rapuh dan sebagian saprolite. Kadar Ni 1,85%, Fe 16%, MgO 25%, SiO₂ 35%. Lapisan ini merupakan lapisan yang bernilai ekonomis untuk ditambang sebagai bijih.

4. Lapisan Batuan Dasar (*Bed Rock*)

Bagian terbawah dari profil laterit Lapisan ini merupakan batuan peridotit yang tidak atau belum mengalami pelapukan. Blok peridotit (batuan dasar) dan secara umum sudah tidak mengandung mineral ekonomis lagi (kadar logam sudah mendekati atau sama dengan batuan dasar). Berwarna kuning pucat sampai abu-abu kehijauan. Zona ini terfrakturisasi kuat, kadang membuka, terisi oleh mineral garnierit dan silika. Frakturisasi ini diperkirakan menjadi penyebab adanya *root zone* yaitu zona *high grade* Ni, akan tetapi posisinya tersembunyi.



SCHEMATIC LATERITE PROFILE	COMMON NAME	APPROXIMATE ANALYSIS (%)			
		Ni	Co	Fe	MgO
	RED LIMONITE	<0.8	<0.1	>50	<0.5
	YELLOW LIMONITE	0.8 to 1.5	0.1 to 0.2	40 to 50	0.5 to 5
	TRANSITION	1.5 to 4	0.02 to 0.1	25 to 40	5 to 15
	SAPROLITE/ GARNIERITE/ SERPENTINE	1.8 to 3		10 to 25	15 to 35
	FRESH ROCK	0.3	0.01	5	35 to 45

Gambar 3 Profil laterit (Brand et, al., 1998).

1.5.5 Bijih dan Cutt-Off Grade

Bijih merupakan mineral berharga yang dicari untuk kemudian di ekstrak pada kegiatan penambangan untuk mendapatkan keuntungan. Bijih juga dapat diartikan sebagai mineral dengan kandungan logam berharga yang dapat diolah dan diambil sesuai dengan teknologi dan dapat memberi keuntungan. Sedangkan *cutt-off grade* merupakan kadar batas yang apabila kadar logamnya berada dibawah dari batas maka tidak memenuhi syarat-syarat keekonomian atau merupakan kadar batas rata-rata terendah dari suatu blok Cadangan bahan galian yang apabila ditambang bernilai ekonomis, digunakan untuk membedakan *ore* dan *waste*. Penetapan nilai *cutt off grade* diupayakan dapat diambil serendah mungkin dengan penggunaan teknologi yang lebih efektif dan efisien. Perubahan harga COG dapat berpengaruh pada hasil perhitungan cadangan, jika harga COG naik maka tonase bijih akan turun tetapi rata-rata kadar pada tonase akan mengalami kenaikan.



de atau batas minimum kadar Nickel yang menguntungkan untuk digunakan pada penelitian ini adalah Nikel grade 0.9%.

I, Estimasi Sumber Daya dan Metode *Ordinary Kriging*

sebuah database spasial yang mengkombinasikan beberapa blok dibuat dalam bentuk 3-D. Untuk membuat suatu blok model

dibutuhkan nilai latitude minimum dan maksimum, longitude minimum dan maksimum, dan nilai elevasi sesuai dengan batas yang ingin dibuat. Blok model selanjutnya dibutuhkan untuk keperluan perhitungan sumberdaya mineral atau estimasi sumberdaya (Arsyidik. 2019).

Estimasi sumberdaya sendiri merupakan perkiraan dari bijih endapan mineral yang menjadi bagian dari perhitungan cadangan. Dalam proses perhitungan sumberdaya telah ada beberapa metode interpolasi yang dikembangkan pada perangkat lunak, salah satunya adalah *Ordinary kriging* atau *inverse distance weighting*. IDW atau *inverse distance weighting* adalah metode interpolasi untuk penaksiran suatu nilai pada lokasi tak tersampel berdasarkan data di sekitarnya (Purnomo, 2018).

Ordinary kriging dikenal sebagai teknik kriging linear karena menggunakan kombinasi linier terbobot dari data yang tersedia untuk proses estimasi (Isaaks and Srivastava, 1989). Metode ordinary kriging merupakan metode Kriging yang menghasilkan estimator yang bersifat BLUE. Hal tersebut berarti mempunyai variansi terkecil dibanding estimator lain. Data yang digunakan pada metode ordinary Kriging merupakan data spasial dengan rata-rata populasi tidak diketahui dan diasumsi bersifat stasioner.

1.5.6 Rekonsiliasi

Parhizkar et al (2010) dalam Richard dan Sulemana (2015), mendefinisikan rekonsiliasi kadar bijih sebagai perbandingan antara nilai perkiraan kadar bijih pada tahap eksplorasi dengan kadar bijih aktual yang diperoleh dari data lubang ledakan. Riske et al (2010) dalam Richard dan Sulemana (2015), dalam definisinya, juga merujuk pada rekonsiliasi sebagai proses mengidentifikasi, menganalisis, dan mengelola perbedaan antara hasil yang direncanakan dan hasil aktual dengan cara yang menyoroti peluang. Peluang yang umum termasuk: metode untuk membuat perkiraan yang lebih baik, desain yang ditingkatkan, rencana dan jadwal yang lebih ketat dan akurat, teknik penambangan yang ditingkatkan untuk meminimalkan kehilangan bijih dan dilusi, serta mengidentifikasi cara untuk meningkatkan recovery logam selama proses ekstraksi. Kemampuan untuk mengukur dan menganalisis data dengan cara ini memungkinkan operator untuk merancang dan menerapkan perbaikan proses di seluruh aspek nilai penambangan.

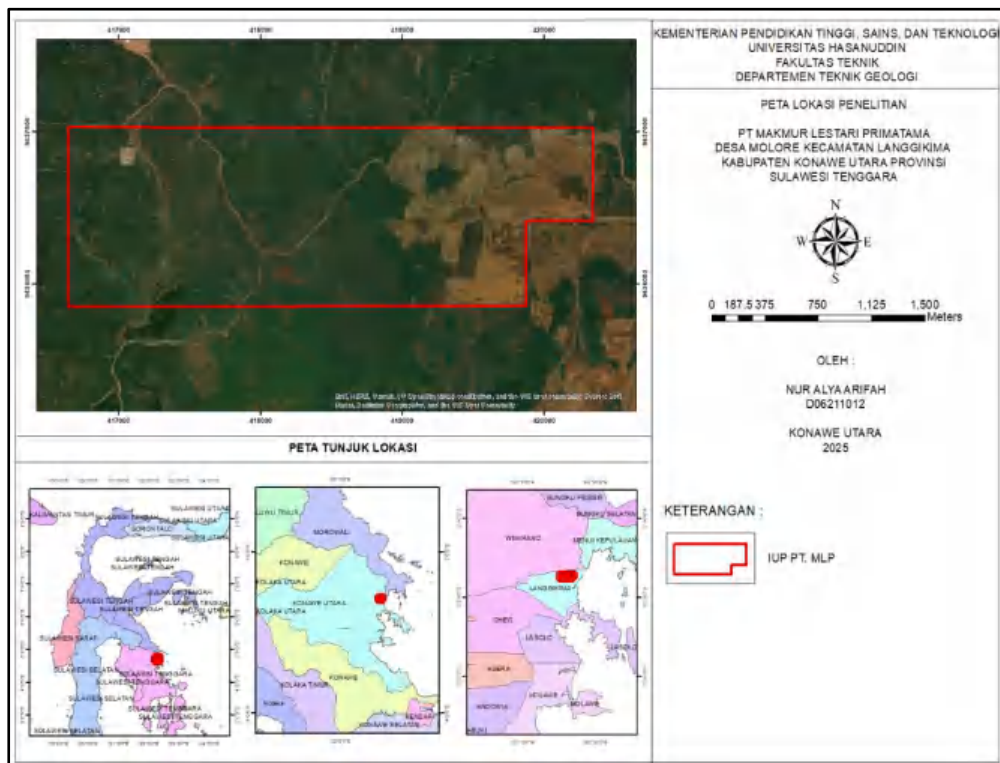


BAB II

METODELOGI

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu kegiatan penelitian lapangan dilakukan selama 3 bulan yaitu pada bulan Juni – September 2025. Secara administratif, lokasi penelitian berada di Desa Molore, Kecamatan Langgikima, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara, yang termasuk dalam area konsesi pertambangan PT. Makmur Lestari Primatama. Secara geografis, wilayah ini terletak pada koordinat 122.249667 - 122.282975 Bujur Timur (BT) -3.283601 – (-3.294228) Lintang Selatan (LS). Akses ke lokasi dapat dilakukan melalui transportasi udara dari Makassar ke Kendari dengan waktu tempuh sekitar 1 jam 5 menit, dilanjutkan perjalanan darat dari Kendari ke lokasi penelitian selama kurang lebih 4 - 5 jam.



Gambar 4 Lokasi IUP PT. Makmur Lestari Primatama



enelitian

ilakukan sesuai dengan peraturan dan kebiasaan yang telah Standar prosedur dan tahap penelitian mencakup beberapa persiapan, tahap penelitian lapangan, tahap pengolahan data, tahap tahap penyusunan laporan Tugas Akhir.

2.2.1 Tahap Persiapan

Tahapan ini terdiri dari pengurusan administrasi, studi literatur, dan penyiapan perlengkapan yang akan dibawa selama kegiatan. Pengurusan administrasi meliputi pembuatan proposal penelitian tugas akhir, surat pengantar dari fakultas, dan berkas lainnya yang diperlukan baik oleh pihak Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin maupun oleh pihak PT Makmur Lestari Primatama. Studi literatur meliputi penelusuran latar belakang terjadinya sesuatu dan menentukan metode apa yang dapat digunakan dalam mengatasi hal tersebut. Data literatur, jurnal penelitian, makalah, dan laporan penelitian terdahulu menjadi referensi dalam pembuatan laporan.

2.2.2 Tahap Penelitian Lapangan

Setelah tahap persiapan telah dilakukan maka kegiatan selanjutnya yaitu tahap penelitian lapangan. Tahap penelitian lapangan ini juga di bagi ke dalam beberapa metode pengambilan data yaitu :

- A. Pengambilan data dengan cara pencatatan data lapangan
Pengambilan data dengan cara pencatatan ini yaitu semua data yang dijumpai di lapangan direkam dengan tulisan dalam buku catatan lapangan, baik data yang dilihat secara langsung ataupun data yang diperoleh dengan pengukuran.
- B. Pengambilan data lapangan dengan alat
Tahap awal dalam pengumpulan data adalah dengan melakukan observasi lapangan yang dilakukan secara langsung di area penambangan, kemudian melakukan pengambilan sampel di lapangan yang nantinya akan melalui proses preparasi sampel. Setelah sampel sudah dipersiapkan, Langkah selanjutnya adalah melakukan uji laboratorium untuk analisis kadar.

2.2.3 Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data ini meliputi pengolahan data lapangan, blok model, sampel cek dan tonase penambangan, pengambilan sampel *bedrock*, data *assay*, data *collar*, dan pengukuran elevasi titik bor. Data yang telah dikumpulkan kemudian dilakukan pengelompokan data yang bertujuan untuk pengecekan kekurangan dan keakuratan data agar kerja menjadi lebih efisien. Kemudian dilakukan pengolahan data dengan menggunakan software untuk mendapatkan hasil perhitungan tonase dan kadar rata-rata sebagai bahan yang akan dilakukan analisis.

2.2.3.1 Data Blok Model

Database blok model yang berupa data assay (berisi informasi nama titik bor, interval tiap meter penambangan, nilai Ni), data collar (berisi nama titik bor, koordinat northing, dan kedalaman), data survey (berisi nama titik bor, kedalaman, nilai elevasi), dan data litologi (berisi nama titik bor, interval tiap meter lapisan atau litologi) selanjutnya digunakan untuk menghitung volume, tonase, dan membuat sayatan penampang menggunakan software. Tahap selanjutnya adalah melakukan estimasi tonase menggunakan metode inverse distance. Tahap selanjutnya adalah melakukan estimasi tonase menggunakan metode inverse distance. Tahap selanjutnya adalah melakukan estimasi tonase menggunakan metode inverse distance.



ruang (jarak) dari titik terhadap daerah yang ada di sekitarnya dengan menggunakan tools blok model, estimasi, kemudian inverse distance. Sedangkan untuk penampang dibuat dengan menggunakan blok model dari semua lapisan dan data titik bor untuk melihat interpolasi nilai kadar Ni.

2.2.3.2 Realisasi Penambangan

Analisa hasil realisasi penambangan dilakukan terhadap sampel cek produksi dan sampel Stockpile. Sampel tersebut setelah diambil di masing-masing lokasi pengambilan sampel, selanjutnya dilakukan preparasi sampel di Laboratorium dan dilakukan analisis terhadap kadar unsur menggunakan alat X-ray Fluorence. Selanjutnya hasil perhitungan total tonase dan hasil analisis kadar yang diperoleh dibuat ke dalam database menggunakan software Microsoft Office excel.

2.2.3.3 Preparasi Sampel *Bedrock*

Sampel batuan dasar yang telah diambil, selanjutnya di lakukan preparasi menjadi bagian yang lebih kecil untuk di buat menjadi sayatan tipis dengan ketebalan 0,03 mm dan digunakan pada analisis petrografi batuan.

2.2.3.4 Pengukuran Elevasi

Hasil dari pengukuran menggunakan alat Theodolit selanjutnya dibuat menjadi database menggunakan software Microsoft Office excel.

2.2.4 Tahap Analisis Data

Data-data lapangan yang telah diolah selanjutnya dianalisis untuk membantu interpretasi dan menarik kesimpulan. Dalam tahapan ini terdiri atas :

2.2.4.1 Perbandingan Data Blok Model dan Realisasi Penambangan

Dari data coring yang kemudian di olah menjadi blok model diketahui nilai kadar serta tonase yang didapatkan dari hasil estimasi menggunakan software Surpac 6.5.1. Nilai kadar dan tonase yang telah diperoleh kemudian dilakukan perbandingan dengan hasil aktual penambangan, Adapun hasil penambangan didapat dari analisis sampel cek produksi dan sampel Stockpile kemudian diolah untuk mendapat nilai kadar rata-rata unsur Ni serta tonasnya.

Nilai kadar rata-rata nikel secara keseluruhan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$K = \frac{(Tonase^1 \times K^1) + (Tonase^2 \times K^2) + (Tonase^n \times K^n)}{Total\ Tonase}$$



(%)

(%)

2.2.4.2 Analisis Sampel *Bedrock*

Sampel batuan dasar yang telah dibuat menjadi sayatan tipis dengan digunakan pada pengamatan petrografis menggunakan mikroskop binokuler sehingga dapat diketahui lebih pasti untuk jenis, kandungan mineral dan nama batumannya.

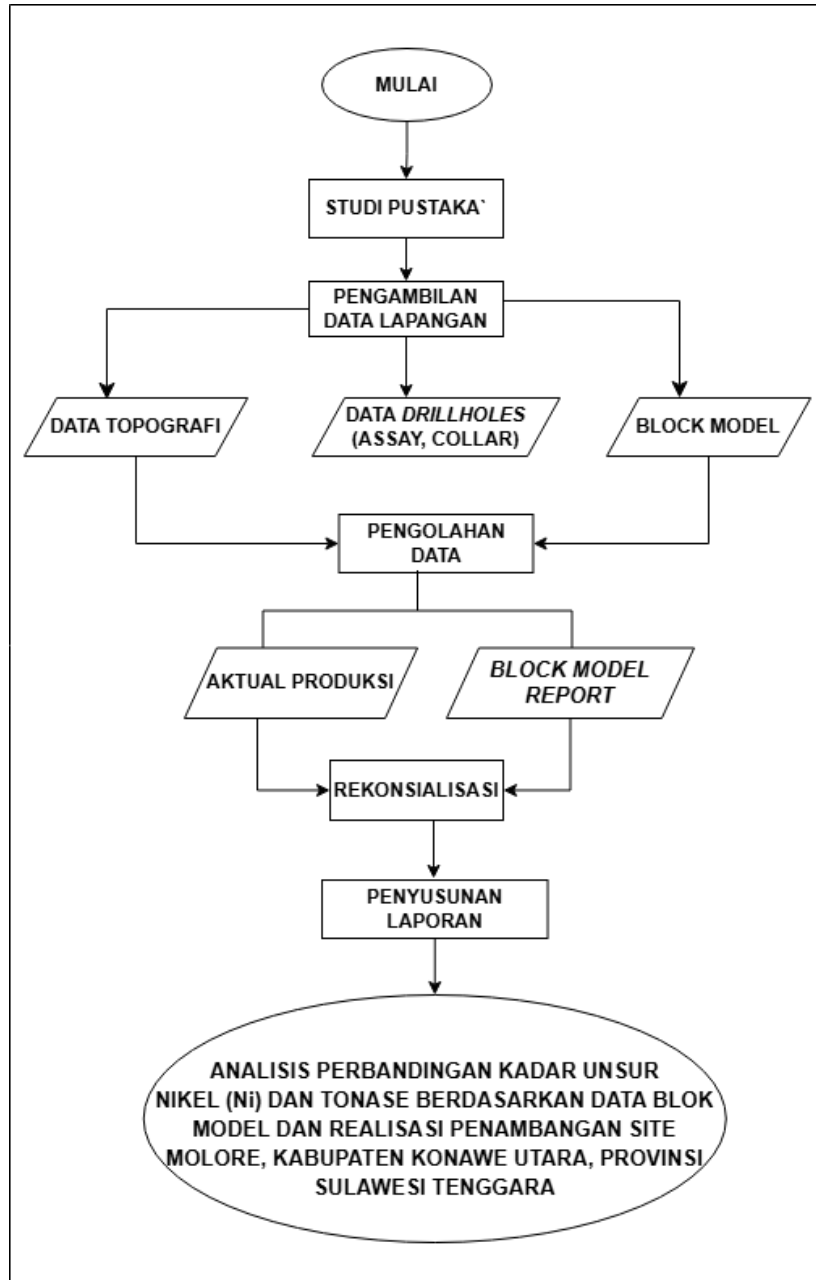
2.2.4.3 Perbandingan Elevasi

Data topografi ditentukan untuk batas elevasi yang dinyatakan sebagai *ore*. Batas keberadaan *ore* ini kemudian dibandingkan dengan elevasi akhir setelah dilakukan penambangan untuk melihat kesesuaian batas penambangan antara perencanaan dan kondisi aktualnya.

2.2.5 Tahap Penyusunan Laporan

Tahap ini merupakan tahap akhir dari kegiatan penelitian. Selama penyusunan laporan dilakukan pengoreksian dan pengecekan ulang terhadap semua data dan hasil analisa yang kemudian dituangkan menjadi suatu Laporan yang memuat semua data lapangan, hasil analisa dan interpretasi secara sistematis berupa uraian deskriptif maupun gambar/ foto dan peta.





Gambar 5 Diagram Alir Metode Penelitian

