

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batuan induk bijih nikel adalah batuan peridotit. 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. Pembentukan endapan nikel laterit erat kaitannya dengan proses serpentinisasi, proses serpentinisasi yang terjadi pada batuan peridotit akibat pengaruh larutan hidrotermal, akan mengubah batuan peridotit menjadi batuan serpentin atau batuan serpentin peridotit. Sedangkan proses kimia dan fisika dari udara, air serta pergantian panas dingin yang bekerja kontinu, menyebabkan disintegrasi dan dekomposisi pada batuan induk. proses serpentinisasi bisa mempengaruhi nilai suatu kadar Ni pada endapan nikel laterit.

Pengetahuan mengenai serpentinisasi akan sangat penting untuk menentukan komposisi batuan induk, menentukan temperatur dan kondisi tekanan saat hidrasi berlangsung serta dapat mengetahui komposisi fluida dan sumber fluidanya (Moody, 1976). Seperti telah diketahui yang tidak kalah penting, pengetahuan tentang serpentinisasi juga akan bermanfaat bagi kegiatan eksplorasi utamanya eksplorasi endapan nikellaterit, Dalam penelitian ini akan diketahui karakteristik mineralogi, tekstur dan tingkat serpentinisasi pada batuan ultramafik serta kandungan kimianya berdasarkan data X-Ray *Fluorescence* (XRF). Sehingga didapatkan informasi yang mendukung mengenai pengaruh tingkat serpentinisasi dalam eksplorasi nikel laterit.

Daerah Luwu Timur Sulawesi Selatan merupakan suatu wilayah yang mempunyai litologi yang mengalami pengkayaan nikel laterit. Oleh karena itu, sangat penting untuk dilakukan guna memenuhi keterbatasan data dan informasi terkait pengaruh tingkat serpentinisasi batuan dasar serta terhadap kandungan nikel bermanfaat dalam mendukung usaha penambangan bijih nikel di daerah ini.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah yang terdapat pada daerah penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana karakteristik batuan dasar daerah penelitian ?
2. Bagaimana pengaruh serpentinisasi terhadap perkembangan laterit pada blok pertambangan PT.Citra Lampia Mandiri?



litian

an dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

etahui karakteristik batuan ultramafik serta tingkat serpentinisasi ultramafik di daerah penelitian.

2. Untuk mengetahui pengaruh tingkat serpentinisasi batuan dasar terhadap kadar Ni (%) daerah blok pertambangan PT.Citra Lampia Mandiri.

1.4 Manfaat Penelitian

Secara Akademik, penelitian ini sangat bermanfaat bagi mahasiswa dalam hal pengembangan dan pengaplikasian ilmu yang didapatkan selama mengikuti proses belajar mengajar di Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Bagi Keilmuan, secara teori penelitian ini dapat menambah referensi dalam menentukan profil endapan nikel laterit. Bagi Perusahaan, hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam kegiatan eksplorasi nikel laterit berdasarkan karakteristik batuan dasarnya dan tingkat serpentinisasinya

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah, meliputi: objek penelitian merupakan blok eksplorasi yang berada di Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan, PT. Citra Lampia Mandiri. Data yang digunakan berupa data primer meliputi pengambilan data lapangan secara langsung seperti data litologi dan data assay hasil analisis laboratorium.

1.6 Landasan Teori

1.6.1 Geologi Regional

Pemetaan geologi bersistem Lembar Malili (2113) dilakukan oleh Bidang Geologi Regional (sekarang Bidang Pemetaan Geologi), Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, dalam rangka kegiatan Proyek Pemetaan Geologi dan Interpretasi Foto udara, tahun anggaran 1979/1980, PELITA III tahun ke 1. Tujuannya ialah menyelidikan geologi serta sumberdaya mineral dan energi yang akan menghasilkan data dasar untuk menunjang inventarisasi sumberdaya mineral dan energi wilayah tersebut (Simandjuntak, 1997).

1.6.1.1 Geomorfologi Regional

Pembahasan geomorfologi daerah penelitian didasarkan pada penelitian Simandjuntak, 1997 yang menyatakan bahwa untuk daerah Pegunungan menempati bagian barat dan tenggara lembar peta. Di bagian barat terdapat 2 rangkaian pegunungan: Pegunungan Tineba dan Pegunungan Koro-Ue yang memanjang dan dengan ketinggian antara 700-3016 m di atas permukaan laut. Di bagian tenggara terdapat rangkaian pegunungan Verbeek dengan ketinggian antara 800 - 1346 m di atas permukaan laut. Pegunungan Verbeek dibentuk oleh batuan ultramafik dan batugamping. Puncak-puncaknya adalah G. Baliase (3016 m), G. Tambake (1838 m), Bulu Nowinokel (1760 m), Buhi Taipa (1346 m), Bulu Ladu (1274 m), Bulu Lingke (1209 m). Sungai-sungai yang mengalir di



daerah ini yaitu S. Kataena, S. Pincara, S. Rongkong, S. Larona dan S. Malili merupakan sungai utama. Pola aliran sungai umumnya dendritik (Simandjuntak dkk, 1991).

Daerah Perbukitan menempati bagian tengah dan timur laut lembar peta dengan ketinggian antara 200 - 700 m di atas permukaan laut dan merupakan perbukitan yang agak landai yang terletak di antara daerah pegunungan dan daerah pedataran. Perbukitan ini dibentuk oleh batuan vulkanik, ultramafik dan batupasir. Puncak-puncak bukit yang terdapat di daerah ini di antaranya Bulu Tiruan (630 m), Bulu Tambunana (477 m) dan Bulu Bukila (645 m) (Simandjuntak dkk, 1991).

Sungai-sungai yang bersumber di daerah pegunungan mengalir melewati daerah ini terus ke daerah pedataran dan bermuara di Teluk Bone. Pola alirannya dendrit. Terdapatnya pola aliran subdendrit dengan air terjun di beberapa tempat, terutama di daerah pegunungan, aliran sungai yang deras, serta dengan memperhatikan dataran yang agak luas di bagian selatan peta dan adanya perkelokan sungai utama, semuanya menunjukkan morfologi dewasa (Simandjuntak dkk, 1991).

1.6.1.2 Stratigrafi Regional

Pembahasan stratigrafi daerah penelitian didasarkan pada penelitian Simandjuntak, dkk pada 1991 yang menyatakan bahwa stratigrafi daerah penelitian terbagi atas dua, yaitu :

Ku BATUAN ULTRABASA: yang terdiri atas harzburgit, lherzolit, wehrlit, websterit, serpentinit dan dunit.

Harzburgit, hijau sampai kehitaman; holokristalin, padu dan pejal. Mineralnya halus sampai kasar, terdiri atas olivin (60.01%) dan piroksen (40.01%). Di beberapa tempat menunjukkan struktur perdaunan. Hasil penghabluran ulang pada mineral piroksen dan olivin mencirikan batas masing masing kristal bergerigi.

Lherzolit, hijau kehitaman; holokristalin, padu dan pejal. Mineral penyusunnya ialah olivin (45%), piroksen (25%), dan sisanya epidot, yakut, klorit dan bijih dengan mineral berukuran halus sampai kasar. Wehrlit, bersifat padu dan pejal; kehitaman; bertekstur afanitik. Batuan ini tersusun oleh mineral olivin, serpentin, piroksen. Serpentin berupa mineral hasil ubahan olivin. Websterit, hijau kehitaman; holokristalin, padu dan pejal. Batuan ini terutama tersusun oleh mineral olivin dan klinopiroksen berukuran halus sampai sedang. Juga ditemukan mineral serpentin, klorit, serisit dan mineral kedap cahaya. Batuan ini telah mengalami penggerusan, hingga di beberapa tempat terdapat pemilonitan dalam ukuran sangat halus yang memperlihatkan struktur kataklas.



kelabu tua sampai kehitaman; padu dan pejal. Batuanannya dengan susunan mineral antigorit, lempung dan magnetit. hatkan struktur kekar dan cermin sesar yang berukuran

an dengan warna kehitaman; padu dan pejal, bertekstur afanitik. a ialah olivin, piroksen, plagioklas, sedikit serpentin dan halus sampai sedang. Mineral utama Olivin berjumlah sekitar

90.01%. Tampak adanya penyimpangan dan pelengkungan kembaran yang dijumpai pada piroksen. mencirikan adanya gejala deformasi yang dialami oleh batuan ini. Di beberapa tempat dunit terserpentin kuat yang ditunjukkan dari struktur sisa seperti jaring dan barik-barik mineral olivin dan piroksen; serpentin dan talk sebagai mineral pengganti.

Tpls FORMASI LARONA: yang terdiri atas Konglomerat, batupasir, batulempung dengan sisipan tufa. Konglomerat, kelabu sampai kelabu hitam; komponen berupa batuan ultramafik, batugamping yang mengalami foliasi, kuarsit, dan rijang berukuran 10-30 cm, membulat tanggung sampai membulat; terekat padat oleh batupasir kasar kecoklatan, setempat gampingan; pilahan dan kemas kurang baik, tebal tiap lapisan minimum 25 cm; memperlihatkan perlapisan bersusun.

Batupasir, kelabu sampai coklat; berbutir kasar, komponen berupa kepingan batuan, juga kuarsa dan piroksen; cukup padat; perlapisan baik, di beberapa tempat menunjukkan perlapisan bersusun; tebal tiap lapisan sampai 20 cm. Juga terdapat batupasir hijau, berbutir kasar dengan komponen hamper seluruhnya terdiri dari rombakan batuan ultramafik, tebal lapisan antara 3-10 cm; padat dan berlapis baik.

Lempung, kelabu; berlapis baik, berupa sisipan dalam konglomerat atau dalam batupasir; padat, setempat gampingan dan mengandung fosil Gastropoda, setempat jejak daun; tebal tiap lapisan sampai 10 cm. Tufa, kelabu; berbutir halus dan kompak; berupa sisipan dalam batupasir, ketebalan mencapai 10 cm.

Berdasarkan kesamaan litologi dengan Formasi Bone-Bone (Tmpb), Formasi Larona berumur Miosen Akhir-Pliosen. Satuan batuan ini diendapkan dalam lingkungan laut dangkal sampai darat. Sebarannya meliputi pegunungan di utara S. Waki hingga desa Lerea, di bagian selatan Lembar Bungku; tebal sekitar 1000 m; perlipatan lemah yang menyebabkan sudut kemiringan hingga 35°. Formasi Larona dan Formasi Tomata tertindih secara tidak selaras oleh endapan danau dan aluvium (Simandjuntak dkk, 1991).

1.6.1.3 Struktur Regional

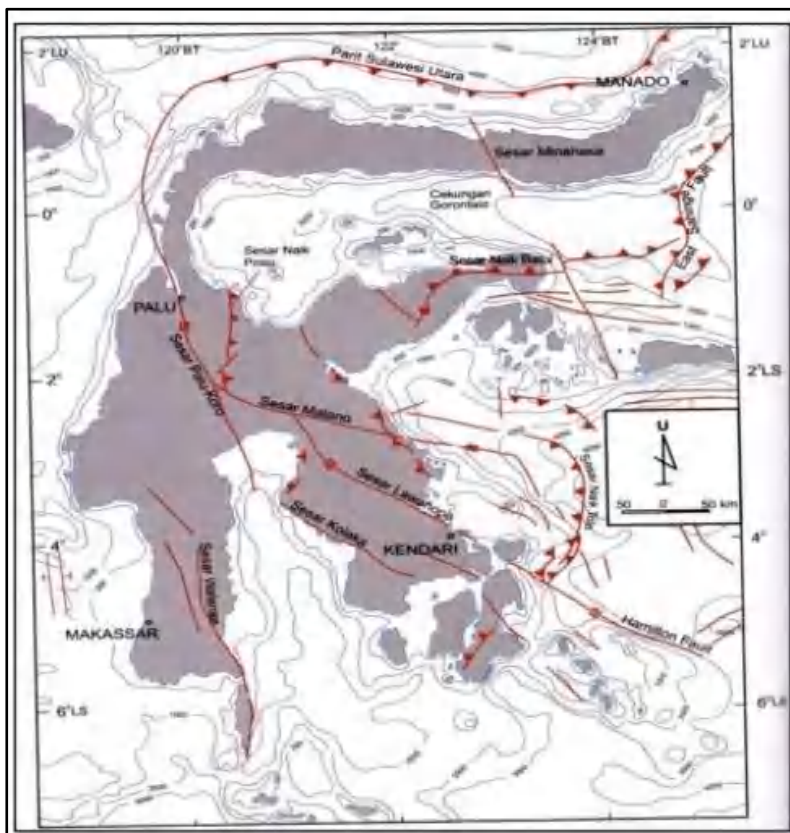
Pembahasan struktur regional daerah Lembar Malili didasarkan pada penelitian Simandjuntak, dkk pada tahun 1991. Struktur dan geologi Lembar Malili memperlihatkan ciri Komplek tubrukan dan pinggiran benua yang aktif. Struktur penting di daerah ini adalah sesar lipatan, selain itu terdapat kekar dan gejala foliasi. Secara umum kelurusan sesar berarah barat laut-tenggara. Yang terdapat di daerah ini berupa sesar naik, sesar sungkup, sesar geser dan sesar turun, yang diperkirakan sudah mulai terbentuk sejak Mesozoikum.

Beberapa sesar utama tampaknya aktif kembali. Sesar Matano dan sesar n sesar utama berarah barat laut-tenggara, dan menunjukkan arah kiri. Diduga kedua sesar itu masih aktif sampai sekarang u di bagian barat laut Lembar. Diduga pula kedua sesar tersebut josen, dan bersambungan dengan sesar geser sehingga m sesar —transform. Sesar lain yang lebih kecil berupa tingkat edua yang terbentuk bersamaan atau setelah sesar utama



tersebut. Dengan demikian sesar-sesar ini dapat dinamakan Sistem Sesar Matano-Palu-Koro (Simandjuntak dkk, 1991).

Lipatan yang terdapat di daerah ini dapat digolongkan dalam lipatan lemah, lipatan tertutup dan lipatan tumpang tindih. Pada yang pertama kemiringan lapisannya landai biasanya tidak melebihi 30° yang dapat digolongkan dalam jenis lipatan terbuka. Lipatan ini berkembang dalam batuan yang berumur Miosen hingga Plistosen; biasanya sumbu lipatannya bergelombang dan berarah baratdaya-timur laut. Pada yang kedua, baik yang simetris maupun yang tidak, kemiringan lapisannya antara 50° dan tegak, ada juga yang terbalik. Lipatan ini biasanya terdapat dalam batuan sedimen Mesozoikum. Sumbu lipatan pada umumnya berarah utara-selatan, mungkin golongan ini terbentuk pada Kala Oligosen atau lebih tua (Simandjuntak dkk, 1991).



Gambar 1 Peta Struktur Geologi Sulawesi dan Sekitarnya. Modifikasi dari Silver dkk (1983) dan Rehaht dkk (1991)



ramafik

ramafik terletak di bagian bawah zona saprolit dan dikenal sebagai t atau dengan sebutan Bedrock. Menurut penelitian Haldar dan y beku ultrabasa atau ultramafi mengandung kurang dari 45% b MgO, FeO tinggi, dan kalium rendah. Kelompok batuan ini

umumnya berwarna gelap, dengan magnesium dan besi yang tinggi (lebih dari 90.01%). Mereka mengandung mineral mafik. Kemunculan batuan ultramafik umumnya bersifat intrusif (dunit, peridotit, dan piroksinit) dan jarang sebagai ekstrusif. Batuan tersebut terjadi sebagai lapisan besar kompleks intrusif yang mengandung kromium, nikel, platinum, dan paladium sulfida masif. Kategorisasi kelompok batuan ultramafik dijelaskan dengan diagram klasifikasi berdasarkan persentase modal mineral seperti olivin, piroksen, dan hornblende. Berikut adalah jenis – jenis dari batuan ultramafik, antara lain:

1. Peridotit

Peridotit biasanya membentuk suatu kelompok batuan ultramafik yang disebut ofiolit, umumnya membentuk tekstur kumulus yang terdiri dari atas harzburgit, lherzolit, *wherlite* dan dunit. Peridotit tersusun atas mineral – mineral holokristalin dengan ukuran medium – kasar dan berbentuk anhedral. Komposisinya terdiri dari olivin dan piroksin. Mineral asesorisnya berupa plagioklas, hornblende, biotit dan garnet (Haldar dan Tisjlar, 2020).

Peridotit adalah nama umum untuk batuan ultrabasa atau batuan intrusi ultramafik, berwarna hijau tua hingga hitam, tekstur padat dan berbutir kasar, seringkali sebagai kompleks batuan beku berlapis. Batuan ini terdiri dari mineral feromagnesian (>40.01%), olivin yang kaya magnesium dalam proporsi tinggi, baik klinopiroksen maupun ortopiroksen, hornblende, dan kurang dari 45% silika. Bahan mineral sekunder yang biasa ditemukan adalah kromit, magnetit, kelompok logam nikel, tembaga, dan platinum. Batuan dapat terdiri dari mineral tunggal atau kombinasi berbagai proporsi. Komponen-komponen tersebut diberi merek berdasarkan mineral yang ada, seperti peridotit, kimberlit, lherzolit, harzburgit, hornblendit, dunit, dan piroksenit. Peridotit adalah yang paling dominan sebagai penyusun bagian atas mantel bumi (Haldar dan Tisjlar, 2020).

2. Piroksinit

Piroksenit adalah batuan intrusif ultramafik yang terdiri dari kelompok mineral piroksen, termasuk augit dan diopsida, serta hipersten, diallage, bronzit, dan enstatit. Keterkaitan dengan feldspar dan olivin membuatnya berbeda dengan gabro-norit dan dunit. Mineral tambahan yang umum ditemukan dalam piroksenit adalah kromit, magnetit, garnet, rutil, dan skapolit. Batuan ini memiliki tekstur padat dan berbutir kasar. Piroksen diklasifikasikan menjadi klinopiroksen, ortopiroksen, dan websterit yang mengandung kedua piroksen. Piroksenit terjadi baik sebagai



ruang intrusif atau sebagai lapisan tipis di dalam peridotit dalam basalt. Piroksenit adalah sumber MgO sebagai fluks ir metalurgi, tahan api dan aplikasi pengecoran, media rgisi, bahan bangunan dan patung, dan sering menjadi asal el, platinum, dan kelompok mineral lainnya (Haldar dan Tisjlar,

3. Hornblendit

Hornblendit merupakan batuan ultramafik monomineral dengan komposisi mineral sepenuhnya hornblende (Ahmad, 2001).

4. Dunit

Merupakan batuan yang hampir murni olivin (90-100.01%), umumnya hadir sebagai forsterit atau kristotil, terdapat sebagai sill atau korok-korok halus (dalam dimensi kecil). Dunit adalah jenis khusus dari keluarga peridotit yang hampir seluruhnya terdiri dari magnesium yang kaya olivin (lebih dari 90.01%) dan sejumlah kecil kromit, piroksen, dan pirop. Dunit adalah batuan beku plutonik dengan komposisi ultramafik yang memiliki tekstur butiran kasar atau tekstur fana dan sering kali masif atau berlapis-lapis. Warnanya biasanya hijau muda hingga hijau tua dengan tampilan seperti mutiara atau berminyak. Dunit adalah anggota akhir yang kaya olivin dari kelompok peridotit magma/batuan yang berasal dari mantel (Haldar dan Tisjlar, 2020).

5. Lherzolit

Lherzolit terdiri atas olivin, ortopiroksen, klinopiroksen, dan *spinel* sebagai fase primer. Ortopiroksen dan klinopiroksen hadir dalam bentuk porfiroklas atau neoblas. Ukuran porfiroklas ortopiroksen berkisar antara 1 hingga 3 mm, sedangkan klinopiroksen berukuran kurang dari 2 mm. *Spinel* muncul sebagai butiran halus interstisial dengan ukuran berkisar antara 0,05 hingga 0,3 mm, umumnya berasosiasi secara spasial dengan ortopiroksen (Takazawa, E., Okayasu, T., & Satoh, K. 2003).

Fase ubahan yang ditemukan meliputi serpentin dan sejumlah kecil urat antofilit, brukit, magnetit, serta kalsit. Pada jenis Lherzolit lainnya, porfiroklas ortopiroksen ditemukan dalam bentuk bulat atau memanjang di dalam matriks berbutir halus. Klinopiroksen hadir sebagai porfiroklas bulat atau neoblas yang sering membentuk agregat. Kandungan maksimum klinopiroksen mencapai 13% dalam mode hitungan. Sebagian besar spinel hadir sebagai butiran halus yang juga ditemukan dalam sampel Lherzolit (Takazawa, E., Okayasu, T., & Satoh, K. 2003).

6. Serpentinit

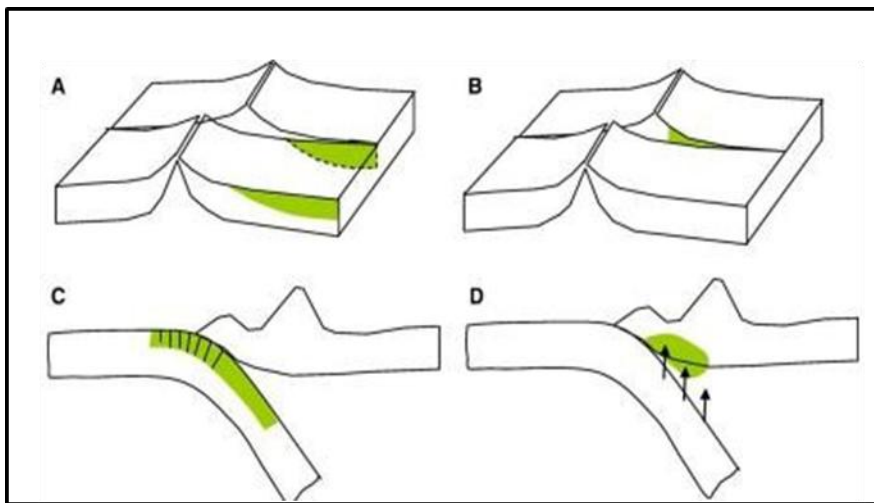


Batuan ini umumnya bersifat monomineralik dengan mineral utama yang serpentin. Umumnya batuan ini terbentuk dari hasil proses nit, piroksinit, peridotit, dan hornblendit (Ahmad, 2001).

divergen lalu tersingkap dan mengalami berbagai macam proses yang dapat mengubah komposisi termasuk interaksi dengan intrusi gabro (Escartin and Cannat, 1999), sirkulasi hidrotermal, dan pelapukan lantai samudera yang semua proses tersebut akan memodifikasi komposisi primer dari batuan tersebut.

1.6.3.1 Proses Serpentinisasi

Menurut Li dan Lee (2006) mekanisme serpentinisasi pada batuan peridotit yang berasal dari lapisan oceanik litosfer terdiri atas 4 kejadian. Pada (Gambar 3A) terjadi Infiltrasi air laut pada oceanik litosfer melalui rekahan oceanik. Pada gambar (3B) terjadi proses pelapukan pada batuan peridotit yang terjadi pada lingkungan laut, selanjutnya pada gambar (3C) proses infiltrasi air laut menyebabkan subduksi pada batuan peridotit, dan pada gambar (3D) terjadi proses dehidrasi dari zona subduksi yang diikuti oleh aliran fluida dari mantel atas. Deskripsi serpentinisasi melalui skenario "B" sebagai proses eksitu, sedangkan semua proses lainnya adalah proses insitu, yaitu serpentinisasi pada batuan peridotit yang sebagian besar terjadi di lapisan litosfer samudera.



Gambar 2 Mekanisme serpentinisasi peridotit menurut (Li dan Lee, 2006)

Genetik pembentukan serpentin, dapat disebabkan oleh kondisi dan lingkungan yang bekerja di lapangan :

1. Proses hidrotermal metamorfosis dari kerak samudera Proses ini mungkin



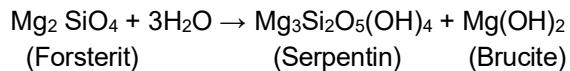
yang paling umum untuk menghasilkan serpentin dalam besar. Karena berasosiasi dengan subduksi melange dan jalur

ng meliputi sesar dan zona kekar Sesar dan zona kekar menjadi

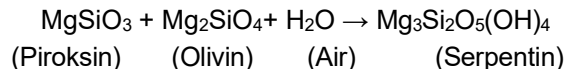
kses yang mudah untuk terjadinya mekanisme hidrotermal.

3. Serpentin sekunder dalam profil laterit. Meskipun jelas serpentin adalah hasil pembentukan dari proses hidrotermal, dengan temperatur lebih dari 200°C, serpentin ini juga bersifat sekunder berupa mineral serpentin yang berkembang pada lingkungan laterit (Ahmad, 2006).

Serpentinisasi pada prinsipnya merupakan proses alterasi hidrotermal retrograde batuan ultramafik seperti dunit, peridotit dan piroksinit atau proses metamorfisme prograde batuan serpentin yang telah ada (Deer dkk., 1992 dalam Sufriadin dkk, 2009). Reaksi yang mungkin dapat terjadi adalah sebagai berikut:



Atau dapat mengikuti reaksi seperti berikut (Medonald dan Fyfe, 1985 dalam Sufriadin dkk., 2009):



Besi dalam olivin mengalami redistribusi selama serpentinisasi. Sebagian memasuki struktur mineral serpentin atau brucite atau membentuk fasa mineral opak seperti magnetit, pentlandit dan Fe-kromit. Pembentukan magnetit berkorelasi terhadap peningkatan temperatur dengan fugasitas oksigen (FO₂) rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa pada temperatur rendah, substitusi Fe lebih cenderung terjadi pada brucite dan lizardit dari pada membentuk magnetit. Serpentin yang banyak mengandung antigorit juga memiliki kandungan magnetit yang tinggi dibanding dengan serpentin yang rata-rata mengandung lizardit-krisotil (Sufriadin, dkk, 2009).

Menurut Ahmad (2006) kelompok mineral olivin yaitu forsterite, chrysolite, dan fayalit sangat rentan terhadap perubahan oleh cairan hidrotermal dan proses pelapukan. Reaksi umum yang melibatkan hidrasi, silisifikasi, oksidasi, dan karbonasi. Produk alterasi pada umumnya adalah serpentin, klorit, amphibole, karbonate, oksida besi, dan talk. Umumnya ada beberapa faktor dalam alterasi hidrotermal yang menyebabkan perubahan olivin menjadi serpentin. Ada empat asal pembentukan serpentin, yaitu:

- a. Dalam kondisi yang stabil terbentuk krisotil dengan struktur berserabut.
- b. Dalam kondisi di bawah tekanan, terbentuk antigorite dengan struktur

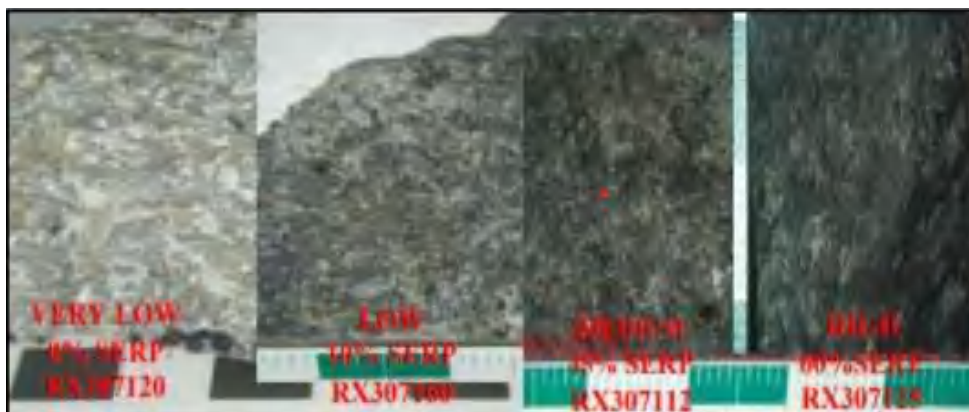


si tertentu, terbentuk serpentin dengan *structureless*. Proses ini olivin membutuhkan sejumlah air, *leaching* dari magnesit (kehilangan silika) dan pelepasan besi (Mg,Fe) dalam olivin. Selama pengurangan besi dari ferrous menjadi ferri membentuk magnetit butir halus. Pada umumnya batuan yang terserpentinisasi 15% mengandung magnetit.

Alterasi dari olivin umumnya dimulai secara acak pada tempat yang mempunyai rekahan atau retakan dalam kristal–kristal. Pada akhirnya, seluruh kristal–kristal mungkin akan teralterasi dan mengalami penggantian tempat seperti membentuk pseudomorph yang merupakan hasil alterasi. Kehadiran zona serpentinisasi berada pada dasar dari batuan ultrabasa. Proses hidrotermal menyebabkan peridotit berubah bentuk menjadi serpentin dengan ketebalan kurang dari 1 meter hingga lebih dari 100 meter.

1.6.3.2 Tingkat Serpentinisasi Pada Batuan Ultramafik

Penentuan tingkat serpentinisasi pada batuan ultramafik dapat dibedakan secara megaskopis dan mikroskopis. Secara megaskopis, Jacques (2002) membedakan batuan ultramafik grup peridotit berdasarkan persentase serpentin. Pada batuan yang tidak memiliki kandungan serpentin batuan akan cenderung lebih berwarna cerah dan hanya akan tampak mineral-mineral olivin dan piroksin. Sedangkan semakin tinggi kandungan mineral serpentin batuan akan cenderung berwarna lebih gelap (Gambar 4). Penentuan tingkat serpentinisasi secara mikroskopis dilihat berdasarkan persentase mineral serpentin maka terdapat 3 jenis terserpentinisasi, yaitu serpentinisasi kuat (mineral serpentin 55%-75%), serpentinisasi sedang (mineral serpentin 35%-50%), serpentinisasi lemah (mineral serpentin <15%). (Adi Tonggih, 2019).



Gambar 3 Tingkat Serpentinisasi Pada Batuan Peridotit Secara Megaskopis (Jacques,2002)

1.6.3.3 Karakteristik Mineralogi Serpentin

Istilah serpentin digunakan sebagai sebutan nama dari tiga kelompok mineral, yaitu lizardit, krisotil, dan antigorit dengan rumus umum $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$. Mineral ini dicirikan oleh kilap sutra, permukaan agak licin, pecahan kompak namun juga bisa berbentuk granular atau berserabut. Warnanya hijau, hijau kebiruan, kuning kehijauan, atau abu-abu kehijauan, hadir sebagai paku-pakuan atau bintik-bintik hijau dan putih (Bates dan Jackson, 1980 dan 2009).



Salah satu jenis dari mineral serpentin adalah mineral lizardit yang merupakan bentuk paling umum dari serpentin. Secara mikroskopis, nampak berserat halus dan terasa. Struktur kisi terdiri dari susunan lapisan planar. Warna biasanya hijau terang sampai sedang tetapi cukup bervariasi karena adanya mineral lainnya (Ahmad, 2006).

Mineral antigorit umumnya terjadi pada kondisi prograde serpentin yang biasanya membentuk tekstur nonpseudomorfik. Seringkali terdapat sebagai urat pengisi rekahan (Wicks dan O Hanley, 1988). Pada umumnya antigorit menunjukkan warna hijau pucat atau abu-abu dan biasanya kurang porous dibanding dengan kelompok serpentin lainnya. Warna antigorit juga ditentukan oleh hadirnya mineral lain terutama magnetit. Krisotil merupakan kelompok serpentin yang kelimpahannya paling kecil. Mineral ini mudah dikenal karena memiliki struktur fibrous dan umumnya terbentuk pada kondisi metamorfisme prograde sedang yang berasosiasi dengan endapan asbes (Wicks dan O Hanley, 1988). Krisotil pada batuan metamorfik terserpentinkan biasanya berwarna hijau, namun warnanya kuning pucat jika terdapat pada dolomit terserpentinkan karena krisotil sedikit atau tidak mengandung besi. Krisotil dibedakan menjadi tiga tipe berdasarkan struktur kristalnya yaitu ortokrisotil, parakrisotil dan klinokrisotil. Ortokrisotil dan parakrisotil memiliki 18 struktur ortorombik sedangkan klinokrisotil adalah monoklin.

Table 1 Generalisasi kondisi pembentukan polymorph serpentin (Evans, 2004)

	Lizardit	Krisotil	Antigorit
Perkiraan Temperatur	50 – 300°C	0 – 400°C	320 – 600°C
Saturasi Fluida	Kecil	Besar	Kecil
Shear Stress	Stabil	Tidak stabil	Stabil
Konsep Pembentukan	Hidrasi peridotit	Vein dan replacement	Rekristalisasi serpentin

1.6.3.4 Tesktur Serpentinisasi

Schwartz membagi tingkat serpentinisasi berdasarkan tekstur batuan serpentin. Tekstur bastite mencirikan tingkat serpentinisasi derajat rendah dengan suhu 200-300 °C dengan tekanan < 4 kbar, tekstur *mesh* mencirikan tingkat serpentinisasi derajat rendah dengan suhu 320-360 °C dengan tekanan 4- 11 kbar, tekstur hourglass mencirikan tingkat serpentinisasi derajat sedang dengan suhu 340-390°C dengan tekanan 10-12 kbar, tekstur blades mencirikan tingkat serpentinisasi derajat tinggi dengan suhu dan tekanan tinggi (> 380°C) dengan tekanan 12 kbar.



Table 2 Klasifikasi Tekstur Serpentinisasi Menurut Schwartz

Tekstur	Perkembangan mineral	Mineral	Kondisi Pembentukan (Shwartz, 2012)
<i>Bastite</i>	Umumnya Ortopirosken yang terserpentinisasi pada awal serpentinisasi	Umumnya Lizardit dan mineral Piroksen	Awal metamorfisme dengan suhu 200 - 300 °C dengan tekanan < 4 kbar
<i>Mesh</i>	Olivin / ortopirosken pada serpentinisasi awal dan <i>sea and island</i>	Umumnya Lizardit dengan <i>outline</i> Krisotil dan Magnetit	Awal metamorfisme dengan suhu 320 – 360°C dengan tekanan 4 – 11 kbar
<i>Hourglass</i>	Perkembangan lanjut dari <i>sea and island</i>	Lizardit mulai berkurang dan tergantikan oleh mineral Antigorit dengan <i>outline</i> mineral Magnetit, mineral Klorit mulai tumbuh	Metamorfisme lanjutan dengan suhu 340 – 390°C dengan tekanan 10 - 12 kbar
<i>Blades / Flaky</i>	Merupakan perkembangan lanjutan dari <i>sea and island</i> , yaitu <i>Oceanic Island</i>	Antigorit mulai mendominasi dengan, dengan alterasi mineral Klorit menjadi <i>outline</i> mulai menggantikan mineral Magnetit,	Terbentuk pada suhu dan tekanan tinggi (> 380°C) dengan tekanan 12 kbar
<i>Vein / Veinlet</i>	-	Sebagian besar krisotil. Lizardit, krisotil, dan kalsit ditemukan setempat	Terbentuk dalam berbagai kondisi

Menurut Wicks dan Whittaker (1977) tekstur serpentin yang diamati pada sayatan tipis dapat dibagi menjadi 3 jenis yaitu tekstur pseudomorf olivin dan piroksen, tekstur non pseudomorf terbentuk dari mineral primer maupun dari tekstur pseudomorf serpentin, dan tekstur yang terbentuk pada vein serpentin.

1.6.3.4.1 Tekstur Pseudomorfik



Optimized using
trial version
www.balesio.com

Tekstur yang terbentuk dari serpentinisasi mineral pada batuan ultramafik memperlihatkan tekstur dari mineral asal, ketika sudah tinisasi lanjut, maka akan berubah menjadi teksur non terubah sepanjang rekahan dan batas kristal membentuk *hourglass*. Melalui pengamatan X-ray dapat diketahui bahwa dapat mengasilkan mineral lizardit dengan sedikit krisotil, brusit, etit. Sementara itu pseudomorf serpentin pada piroksen tersebut disebut bastit / bastite menurut (Haidinger, 1845 dalam Wicks

dan Whittaker, 1977). Istilah tersebut juga diaplikasikan untuk amfibol yang terserpentinisasi (Hochstetter, 1965 dalam Wicks dan Whittaker, 1977). Serpentinisasi piroksen dimulai pada batas butir dan rekahan, kemudian pada belahanya. Klinopiroksen lebih susah terserpentinisasi dibanding dengan ortopiroksen. Menurut penelitian, tekstur ini tersusun atas dominasi mineral lizardit dengan sedikit brusit. Pada batuan peridotit terserpentinisasi, tekstur bastit berasosiasi dengan mesh. Tekstur pseudomorfik dikelompokkan menjadi empat tekstur yaitu:

1. Tekstur Bastit (*Bastite Texture*)

Tekstur bastit merupakan tekstur pseudomorf, dimana masih menunjukkan tekstur dari mineral asal ortopiroksen (biasanya enstatit). Serpentin yang bertekstur pseudomorf ini terdiri atas lizardit dan atau krisotil yang menggantikan mineral tersebut tanpa merubah bentuk mineral awal (Evans, 2004). Tekstur bastit ini merupakan penciri tahapan awal dari proses serpentinisasi pada lantai samudra.

2. Tekstur Jaring (*Mesh Texture*)

Tekstur ini merupakan tekstur yang sangat sering ditemukan pada sayatan serpentin. Tekstur ini merupakan serpentinisasi lanjut dari tekstur pseudomorf mesh pada olivin, sehingga pergantian mineral sisa olivin/ortopiroksen oleh serpentin susah untuk diketahui tekstur mineral asal.

Berdasarkan Schwartz tahun 2012, tekstur mesh ini merupakan hasil dari reaksi antara mineral olivin dengan air yang akan menghasilkan mineral serpentin dengan tekstur mesh dengan mineral magnetit sebagai isian dari jaring-jaring tersebut serta mineral brusit sebagai hasil alterasi dari mineral ortopiroksin.

3. Tekstur Jam kaca (*Hourglass Texture*)

Tekstur ini dihasilkan oleh proses yang sama dari tekstur mesh dan diperkirakan perkembangan lanjut dari tekstur mesh. Perbedaannya adalah tekstur ini tidak mempunyai inti kernel. Maka pada bagian tengah akan tergantikan oleh pinggiran dari kernel dan menghilangkan bentuk dari butiran mineral sebelumnya. Tekstur ini umumnya memperlihatkan bentuk pola piramid/kerucut yang ujungnya mengarah ke inti.

4. Tekstur Pedang (*Blades Texture*)

Tekstur blades atau biasa juga disebut dengan tekstur flaky ini merupakan tekstur yang sangat sering ditemukan pada sayatan serpentin khususnya pada dengan jenis antigorit. Tekstur ini merupakan hasil dari antigorit yang menggantikan mineral lizardit. Tekstur ini merupakan hasil dari serpentinisasi yang tinggi. Merujuk pada Schwartz tahun 2012, pada tingkat serpentinisasi yang tinggi dengan tekanan 10 kbar dan 2 kbar dengan suhu berkisar antara 340°C sampai lebih dari



1.6.3.4.2 Tekstur Non Pseudomorfik

Tekstur ini adalah xenoblastik dan terbentuk melalui rekristalisasi dari tekstur pseudomorf atau langsung dari serpentinisasi olivin dan piroksen. Tekstur ini dapat dibagi menjadi 2 yaitu interlocking dan interpenetrasi. Pada tekstur non pseudomorfik, brusit lebih mudah dikenal sebagai mineral anhedral diskrit. Tekstur interpenetrasi terdiri atas *blades*, *flakes*, atau *plates* yang membentuk kemas yang rapat. Tekstur ini terdiri atas dominasi mineral antigorit. Sementara tekstur interlocking terdiri atas tekstur irregular, equant, dan terkadang butiran yang *spherulitic*.

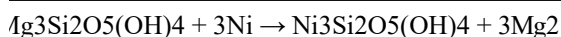
1.6.3.4.3 Tesktur Vein Serpentin

Vein serpentin sepanjang rekahan, shear, dan bidang kekar dapat ditemukan pada serpentin di derajat tinggi dan rendah. Rekahan tersebut dapat membaji maupun bercabang, dan apabila tergeruskan, akan memperlihatkan arah gerusan dan *slickensides*. Serpentin yang tergeruskan kuat disebut *fish scale* atau *fish meat* (Cooke, 1973 dalam Wicks dan Whittaker 1977). Jenis ini jarang diamati pada sayatan tipis maupun megasokpis karena sifatnya yang sangat mudah hancur. Vein pada serpentin biasanya berwarna hijau karena magnetit yang berasosiasi tersegregasi dalam bentuk butiran yang menyebar.

1.6.3.5 Implikasi Serpentin Terhadap Terhadap Nikel Laterit

Secara umum batuan dasar penghasil tanah laterit merupakan batuan-batuan ultramafik dimana batuan yang rendah akan unsur Si, namun tinggi akan unsur Fe, Mg dan terdapat unsur Ni yang berasal langsung dari mantel bumi. Kehadiran mineral serpentin pada batuan ultramafik menjadi suatu peranan penting dalam pembentukan karakteristik tanah laterit yang ada terutama pada pengayaan unsur logam Ni pada tanah laterit. Proses serpentinisasi akan menyebabkan perubahan tekstur mineralogi dan senyawa pada mineral olivin maupun piroksin pengurangan atau perubahan komposisi unsur Mg, Ni, dan Fe pada mineralnya (Kurniadi dkk., 2017).

Menurut Sufriadin dkk.(2009) tingkat serpentinisasi akan berkorelasi dengan warna batuan, semakin tinggi tingkat serpentinisasi, warna batuan semakin gelap. Hal ini disebabkan karena pembentukan mineral serpentin juga disertai dengan pembentukan mineral opak terutama magnetit. Tekstur batuan semakin halus dengan meningkatnya derajat serpentinisasi. Pengayaan nikel pada zona saprolit terjadi dimana unsur Ni mensubstitusi atom Mg pada struktur oktahedral mineral atau juga dapat terpresipitasi pada rekahan bersama larutan Mg dan Si membentuk Ni-serpentin (garnierit). Reaksi



(Serpentin)

(Ni-serpentin)

pertukaran ion Ni dan Mg pada mineral serpentin dapat terjadi akibat adanya aktifitas air tanah dengan persamaan reaksi berikut:

Nikel laterit berdasarkan mineralogi kandungan nikelnya terdiri atas nikel oksida, nikel hidrosilikat, dan nikel lempung silikat. Menurut Ahmad (2001) pada nikel hidrosilikat, nikel menggantikan atom Mg dalam mineral serpentin, talk dan klorit. Nikel murni dan anggotanya tidak ada di alam dan kebanyakan nikel hidrosilikat mengandung (Ni, Mg) sebagai pengganti Mg. Garnierit digunakan sebagai istilah lapangan dari semua tipe hidro nikel-magnesia silikat dengan contoh populer adalah krisopras (silika hijau).

1.6.5 Endapan Laterit

Laterit adalah tanah sisa yang telah berkembang di atas batuan ultramafik melalui proses pelapukan kimia dan proses pengayaan (*supergen enrichment*). Ketebalannya bervariasi dari beberapa meter hingga 150 meter tergantung pada periode pembentukan laterit. Istilah "*laterite*" bisa diartikan sebagai endapan yang kaya akan *iron-oxide*, miskin unsur *silica* dan secara intensif ditemukan pada endapan lapukan di iklim tropis. Batuan induk dari endapan Nikel Laterit adalah batuan ultramafik; umumnya peridotit (harzburgit dan lherzolite), dunit dan jenis peridotit yang lain. Endapan laterit yang signifikan memiliki rentang usia dari Paleozoikum hingga Baru-baru ini dan sebagian besar endapan di sabuk tropis saat ini masih mengalami laterisasi. Endapan laterit semakin menjadi sumber penting nikel dan kobalt primer di dunia, terutama karena endapan sulfida alternatif sedang habis atau tambang yang ada perlu menggali lebih dalam di bawah tanah untuk mengeksploitasi sumber daya yang tersisa (Ahmad, 2008).

Laterit menurut Evans (1993) adalah produk sisa dari pelapukan kimia batuan beku ultrabasa berupa dunit, peridotit, harzburgit dan batuan ultrabasa lainnya di permukaan bumi, dimana berbagai mineral asli atau primer mengalami ketidakstabilan karena adanya air kemudian larut atau pecah dan membentuk mineral baru yang lebih stabil. Laterit penting sebagai induk untuk endapan bijih ekonomis. Contoh terkenal dari endapan bijih laterit yaitu bauksit dan endapan bijih besi.

Berdasarkan proses pembentukannya endapan nikel laterit terbagi menjadi beberapa zona dengan ketebalan dan kadar yang bervariasi. Daerah yang mempunyai intensitas pengkekarannya yang intensif akan mempunyai profil lebih tebal dibandingkan dengan yang pengkekarannya kurang begitu intensif. Batuan ultramafik yang berada di wilayah bercurah hujan tinggi, bersuhu hangat, topografi yang landai, banyak vegetasi (melimpahnya humus), akan mengalami pelapukan laterit nikel.



Pembentukan Nikel Laterit

1. buku "*Laterite: Mine Geology, Exploration Method, Ore Estimation and Project Development*" (Ahmad, 2008).

yang mempengaruhi pembentukan nikel adalah :

1. Batuan Asal

Adanya batuan induk merupakan syarat utama untuk terbentuknya endapan nikel laterit, macam batuan induknya adalah batuan ultrabasa.

- a. Terdapat elemen Ni yang paling banyak diantara batuan lainnya
- b. Mempunyai mineral-mineral yang paling mudah lapuk atau tidak stabil seperti olivine dan piroksin
- c. Memiliki komponen-komponen yang mudah larut dan memberikan lingkungan pengendapan yang baik untuk nikel

2. Iklim

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

3. Reagen-reagen Kimia dan Vegetasi

Reagen-reagen kimia adalah unsur-unsur dan senyawa-senyawa yang membantu mempercepat proses pelapukan. Air tanah yang mengandung CO₂ memegang peranan penting di dalam proses pelapukan kimia. Asam-asam humus menyebabkan dekomposisi batuan dan dapat merubah PH larutan. Asam-asam humus ini erat kaitannya dengan vegetasi wilayah. Dalam hal ini vegetasi akan mengakibatkan penetrasi air dapat lebih dalam dan mudah dengan mengikuti jalur akar pepohonan serta akumulasi air hujan bertambah banyak.

4. Struktur Geologi

Struktur geologi yang sangat dominan adalah kekar (*joint*) dibandingkan terhadap struktur patahannya. Seperti diketahui, batuan beku mempunyai porositas dan permeabilitas yang kecil sekali sehingga penetrasi air sangat sulit, maka dengan adanya rekahan-rekahan tersebut akan lebih memudahkan masuknya air dan berarti proses pelapukan menjadi lebih intensif. Selain itu, stuktur geologi juga menjadi salah satu faktor keterdapatn batuan asal dari nikel laterit yaitu batuan ultramafik salah satunya adalah sesar yang memunculkan batuan tersebut diatas permukaan bumi.

Kepadatan kekar dan rekahan dalam batuan sangat bervariasi dalam batuan dasar dan penting untuk mengenali dan memetakan berbagai dominan struktural dengan pola dan frekuensi kekar yang konsisten. Orientasi dan kepadatan *jointing* an fundamental pendinginan, pola stres *postcrystallisation*, atau pengekangan melalui erosi dan pengangkatan. Apapun dari *jointing*, mereka memiliki dampak yang sangat signifikan ana *bedrock* mengalami pelapukan kimia.



Keadaan topografi setempat sangat mempengaruhi 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.

6. Waktu

Waktu yang cukup lama mengakibatkan pelapukan yang cukup intensif karena memiliki akumulasi unsur nikel dalam jumlah yang besar.

1.6.5.2 Profil Nikel Laterit

Profil (penampang) laterit dapat dibagi menjadi beberapa zona. Profil nikel laterit tersebut dideskripsikan dan diterangkan oleh daya larut mineral dan kondisi aliran air tanah. Menurut Golightly (1979), profil laterit dibagi menjadi 4 zonasi yaitu *iron cap*, limonit, saprolit dan bedrock, namun penulis telah menggabungkan beberapa teori dari beberapa penelitian sehingga profil laterit terbagi atas 5 zona yaitu:

1. Iron Cap

Iron cap atau tudung besi yaitu lapisan berukuran lempung, berwarna coklat kemerahan, dan biasanya terdapat juga sisa-sisa tumbuhan. lapisan dengan konsentrasi besi yang cukup tinggi (*ferruginous duricrust*) dan kandungan nikel yang rendah atau merupakan laterit residu yang dapat terbentuk pada bagian atas dari profil dan melindungi lapisan endapan nikel laterit dibawahnya (Golightly, 1979).

2. Zona Limonit

Zona ini berada paling atas pada profil dan masih dipengaruhi aktivitas permukaan dengan kuat. Zona ini tersusun oleh humus dan limonit. Mineral-mineral penyusunnya adalah goethit, hematit, tremolit dan mineral-mineral lain yang terbentuk pada kondisi asam dekat permukaan dengan relief relatif datar. Secara umum material-material penyusun zona ini berukuran halus (lempung- lanau), sering dijumpai mineral stabil seperti spinel, magnetit dan kromit (Golightly, 1979)



3. Medium Grade Limonite (MGL)

Medium Grade Limonite (MGL) tidak jauh berbeda dengan *iron cap*. Tekstur sisa *bedrock* mulai dapat dikenali dengan hadirnya *bedrock*, yaitu peridotit atau serpentinit. Rata-rata berukuran antara 0,5-1 mm dalam jumlah sedikit. Ukuran material penyusun berkisar antara 0,5-1 mm halus. Ketebalan zona ini berkisar antara 0-6 meter. Zona ini terdapat pada lereng bukit yang relatif datar.

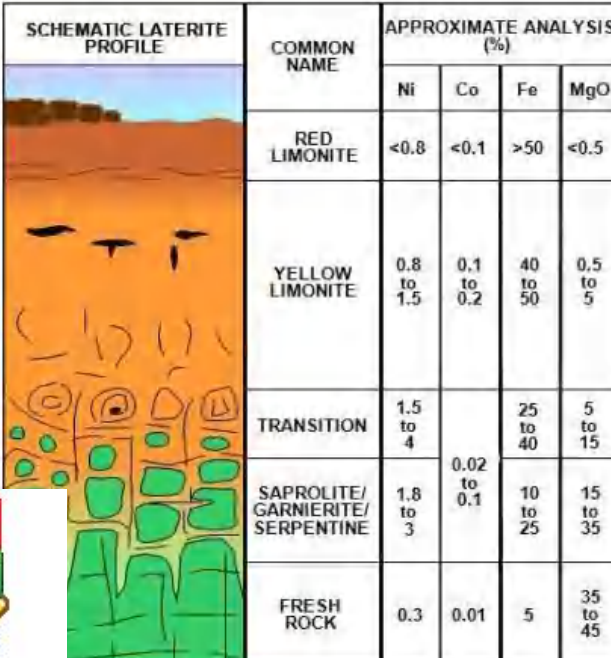
Mineralisasi sama dengan zona limonit dan zona saprolit, yang membedakan adalah hadirnya kuarsa, lithioporit, dan opal (Golightly, 1979)


4. Zona Saprolit

Zona saprolit merupakan zona bijih, tersusun atas fragmen-fragmen *bedrock* yang teralterasi, sehingga mineral penyusun, tekstur dan struktur batuan dapat dikenali. Zona saprolit merupakan lapisan setelah zona limonit pada profil laterit, dimana pada lapisan ini terjadi proses pengayaan unsur Ni yang lebih besar dibandingkan zona lapisan lainnya. Menurut (Ahmad, 2002) zona saprolit terbagi atas 2 lapisan berdasarkan tingkat pelapukannya yang disebut *soft saprolite* yang tinggi akan tingkat pelapukan hingga menghasilkan ciri-ciri yang hampir menyerupai limonit dan *rocky saprolite* yang tingkat pelapukannya lebih rendah dibandingkan yang terjadi pada lapisan *soft saprolite*.

5. Bedrock

Bedrock berada pada bagian paling bawah dari profil laterit. *Bedrock* ini merupakan batuan yang masih segar dengan pengaruh proses proses pelapukan sangat kecil. Tersusun atas bongkah lebih besar dari 75 cm dan blok batuan dasar dan secara umum sudah tidak mengandung mineral ekonomis lagi. Zona ini terfrakturisasi kuat, kadang kadang membuka, terisi oleh mineral garnierit dan silika. Frakturisasi ini diperkirakan menjadi penyebab muncul atau adanya *root zone of weathering* (zona akar-akar pelapukan), yaitu high grade Ni, akan tetapi posisinya tersembunyi. *Bedrock* umumnya berupa peridotit, dunit, serpentinit (Ahmad, 2002).



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		25 to 40	5 to 15
	SAPROLITE/ GARNIERITE/ SERPENTINE	1.8 to 3	0.02 to 0.1	10 to 25	15 to 35
	FRESH ROCK	0.3	0.01	5	35 to 45



BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Letak dan Kesempaaian Daerah

Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam Daerah Kawasan tambang PT. Citra Lampia Mandiri yang terletak pada daerah Malili Provinsi Sulawesi Selatan. Daerah ini terletak pada lembar Malili nomor 2113-331 Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1 : 250.000 yang diterbitkan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi 1933 (Bandung). Wilayah Izin Usaha Pertambangan Eksplorasi PT. Citra Lampia Mandiri terletak di Desa Harapan, Kecamatan Malili, Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan. Lokasi IUP dapat ditempuh dengan menggunakan transportasi darat berupa mobil dari Kota Makassar ke Malili dengan waktu tempuh \pm 12 jam dan dari Kota Malili ke lokasi kerja PT. Citra Lampia Mandiri ditempuh dengan waktu \pm 2 jam dan jarak \pm 50km.

2.2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode pemetaan geologi detail, dan analisa data di laboratorium. Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data - data sekunder yang didapatkan dari studi pustaka dan sumber lain yang terkait dengan penelitian ini yang akan digunakan sebagai bahan dalam penelitian ini, selanjutnya akan dibantu dengan analisa hasil laboratorium dan pembuatan peta..

2.3 Tahapan Penelitian

Diperlukan suatu tahapan penelitian yang sistematis untuk mencapai maksud dan tujuan penelitian yang telah ditentukan. Tahapan penelitian tersebut adalah (table 3):

1. Tahap Pendahuluan
2. Tahap Pengambilan Data
3. Tahap Analisis dan Pengolahan Data
4. Tahap Penyusunan Laporan dan Penyajian Data.

2.3.1 Tahapan Pendahuluan

1. Tahap Studi Literatur



ur, pada tahap ini penulis melakukan pengumpulan dan gai bahan bacaan yang berkaitan dengan objek penelitian yang ai sumber referensi guna mempertajam analisis data.

1 Penyusunan Laporan Penelitian

liputi pengurusan administrasi dan perizinan penelitian serta proposal penelitian dan diajukan kepada pihak jurusan Teknik

Geologi Universitas Hasanuddin, dimana proposal ini sebagai syarat untuk dapat melakukan penelitian dan pengambilan data. Pengurusan masalah administrasi meliputi pengurusan perizinan kegiatan penelitian, yang terdiri atas :

1. Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin.
2. Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. PT. Citra Lampia Mandiri

3. Persiapan Perlengkapan

Sarana pengolahan data menggunakan software ArcGIS , XRF (*X-Ray Fluorescence*) dan juga seperti Microsoft office.

2.3.2 Tahap Pengambilan Data

Pengumpulan data lapangan berupa pengambilan data geologi, daerah penelitian . selanjutnya dilakukan pengumpulan data sekunder yang terdiri dari data XRF (*X-Ray Fluorescence*) dan pengkajian literatur hasil penelitian terdahulu yang berhubungan dengan kondisi geologi daerah penelitian.

2.3.3 Tahap Analisis dan Pengolahan Data

Pada tahap ini, data yang telah diambil di lapangan akan diolah, Adapun pengolahan data dari penelitian terdiri dari :

2.3.3.1 Tahap Pengolahan Data Lapangan

Pada tahap ini pengolahan data geologi dilakukan dengan menggabungkan dan menyesuaikan data litologi yang dijumpai pada setiap titik pengamatan dilapangan dengan hasil analisa petrografi/laboratorium yang mewakili setiap jenis batuan dari hasil deskripsi petrografi untuk dituangkan pada peta stasiun pengamatan dan pengambilan sampel serta peta geologi daerah penelitian dengan menggunakan software ArcGIS.

2.3.3.2 Tahapan Analisis Preparasi

Analisis preparasi dilakukan pengamatan pada sayatan batuan untuk mengetahui kandungan mineral yang terdapat pada singkapan batuan pada daerah penelitian.

2.3.3.2.1 Tahap Analisis Petrografi



trografi dilakukan untuk mengetahui mineral yang terkandung an guna dikolerasikan analisis selanjutnya .

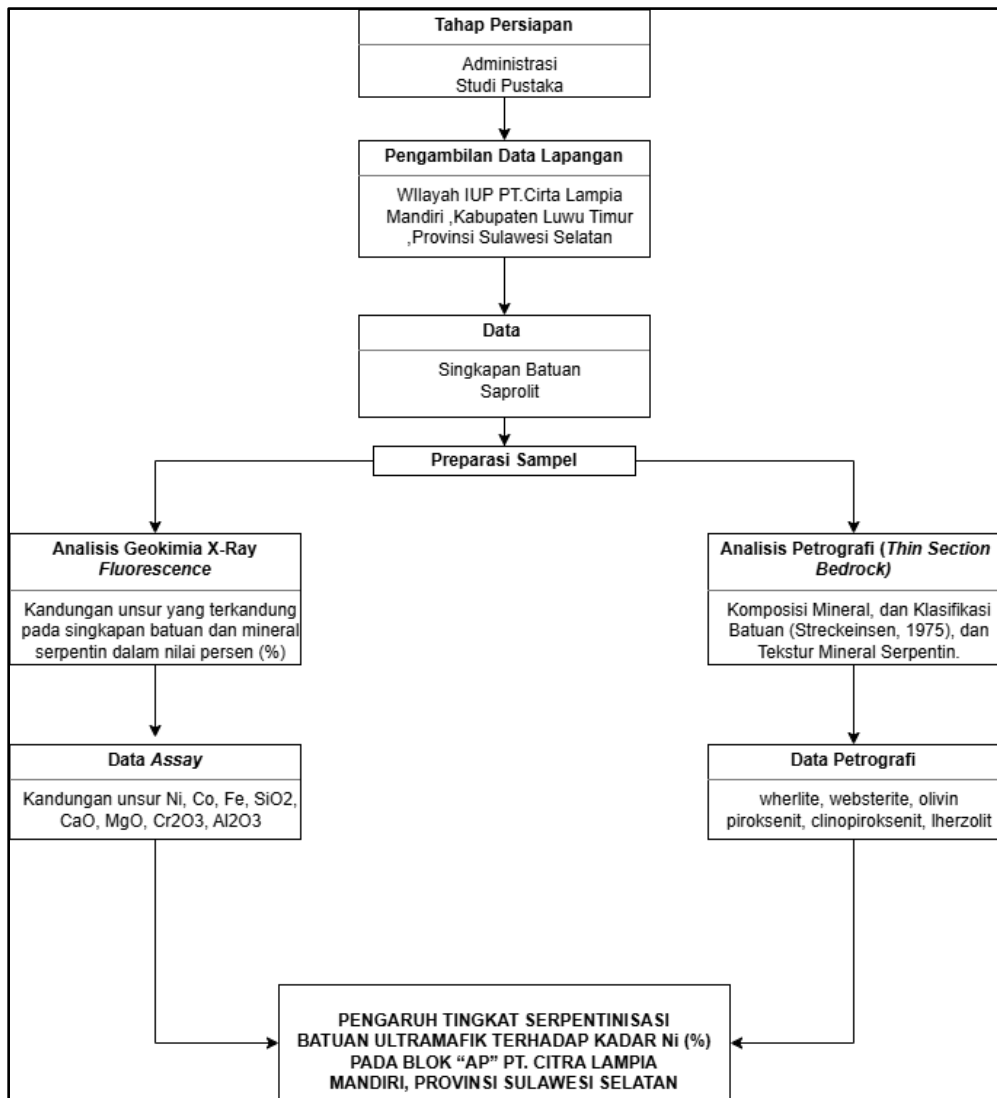
2.3.3.2 Tahap Analisis XRF

Analisis XRF dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur yang terkandung pada saprolit singkapan batuan dalam nilai persen (%). Sampel yang diamati adalah sampel singkapan batuan serta saprolit pada Blok pertambangan PT.Citra Lampia Mandiri . Selanjutnya data hasil XRF dikorelasikan dengan hasil analisis petrografi untuk mengetahui pengaruh serpentinisasi terhadap kadar nikel pada singkapan batuan.

2.3.4 Tahap Penyusunan Laporan Dan Penyajian Data

Tahap ini merupakan tahap akhir dari kegiatan penelitian yang memuat data yang meliputi hasil pengumpulan data, hasil interpretasi, analisis dan pengolahan data secara sistematis. Selama penyusunan laporan dilakukan pengoreksian dan pengecekan ulang terhadap semua data dan hasil analisis yang kemudian dituangkan menjadi suatu laporan ilmiah.





Gambar 5 Diagram Alir Tahapan Penelitian

