

**PERBANDINGAN ZONA PROFIL ENDAPAN NIKEL LATERIT PADA
FRONT WRANGLER DAN FRONT RUBICON DENGAN
MENGUNAKAN ANALISIS INSTRUMEN X-RAY FLUORESCENCE di
PT. ANTAM Tbk UBPN KOLAKA**



**JANE RATINI PUSPA
H061 20 1028**



**PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**PERBANDINGAN ZONA PROFIL ENDAPAN NIKEL LATERIT PADA
FRONT WRANGLER DAN FRONT RUBICON DENGAN
MENGUNAKAN ANALISIS INSTRUMEN X-RAY FLUORESCENCE di
PT. ANTAM Tbk UBPN KOLAKA**



**JANE RATINI PUSPA
H061201028**



**PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**PERBANDINGAN ZONA PROFIL ENDAPAN NIKEL LATERIT PADA
FRONT WRANGLER DAN FRONT RUBICON DENGAN
MENGUNAKAN ANALISIS INSTRUMEN X-RAY FLUORESCENCE di
PT. ANTAM Tbk UBPN KOLAKA**

**JANE RATINI PUSPA
H01201028**



**PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**PERBANDINGAN ZONA PROFIL ENDAPAN NIKEL LATERIT PADA
FRONT WRANGLER DAN FRONT RUBICON DENGAN
MENGUNAKAN ANALISIS INSTRUMEN X-RAY FLUORESCENCE di
PT. ANTAM Tbk UBPB KOLAKA**

**JANE RATINI PUSPA
H06201028**

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Geofisika

pada

**PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI

**PERBANDINGAN ZONA PROFIL ENDAPAN NIKEL LATERIT PADA
FRONT WRANGLER DAN FRONT RUBICON DENGAN
MENGUNAKAN ANALISIS INSTRUMEN X-RAY FLUORESCENCE di
PT. ANTAM Tbk UBPB KOLAKA**

JANE RATINI PUSPA

H061201028

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Sains pada 11 Oktober 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada

Program Studi Geofisika
Departemen Geofisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:
Pembimbing tugas akhir,



Dra. Maria, M.Si
NIP.196307281991032002

Mengetahui:
Ketua Departemen,



Dr. Muh. Alimuddin Hamzah Assegaf, M.Eng.
NIP.19709291993031003

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Perbandingan Zona Profil Endapan Nikel Laterit Pada Front Wrangler Dan Front Rubicon Dengan Menggunakan Analisis Instrumen X-Ray Fluorescence Di Pt. Antam Tbk Ubpn Kolaka" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Dra. Maria, M.Si. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 11 Oktober 2024



Jane Ratini Puspa
NIM H061201028

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas kasih dan pertolongan-Nya yang senantiasa menyertai dan menuntun penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang **“Perbandingan Zona Profil Endapan Nikel Laterit Pada Front Wrangler Dan Front Rubicon Dengan Menggunakan Analisis Instrumen X-Ray Fluorescence Di Pt. Antam Tbk Ubpn Kolaka”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua terkasih **Alm.Bapak Yulius** dan **Ibu Christina** yang selalu mendoakan, mendukung, dan memberikan cinta kasihnya dengan tulus ikhlas. Begitu pula kepada saudara (i) penulis yang selalu memberikan keceriaan dan semangat dalam proses penyusunan skripsi ini. Kehadiran mereka memberikan warna tersendiri dan menjadi sumber inspirasi bagi penulis untuk terus berjuang dan menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih juga untuk seluruh keluarga besar di mana pun berada untuk cinta dan dukungan yang selalu diberikan bagi penulis.

Penghargaan yang tulus dan ucapan terima kasih dengan penuh keikhlasan juga disampaikan kepada:

1. **Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. **Bapak Dr. Eng. Amiruddin, S.Si., M.Si.**, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
3. **Ibu Dra. Maria, M.Si** selaku pembimbing tugas akhir yang dengan penuh kesabaran telah membimbing penulis selama perkuliahan serta bersedia meluangkan waktu dan pemikiran untuk mendampingi penulis dalam penyelesaian skripsi ini
4. **Bapak Syamsuddin, S.Si., MT** dan **Ibu Makhrani, S.Si., M.Si** selaku penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran dalam penyempurnaan penyusunan skripsi ini.
5. Bapak/Ibu Dosen dan Staff Departemen Geofisika yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan bantuan selama masa perkuliahan.
6. **Ibu Nikma, Pak Mul, Pak jaya, Tim QC ANTAM, teman teman dari Universitas Jember, UIN, dan Teknik Pertambangan Unhas** yang selalu sabar membantu dan mendampingi penulis selama melakukan penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
7. Teman - teman **Geofisika 2020** terkhusus **Lola, Defina, Guntur** atas segala dukungan, kerja sama, dan kebersamaannya selama ini.
8. Kepada sahabat- sahabat saya yang selalu mendukung dan menemani **Fanny, May, Dea**.
9. Kepada teman seperjuangan saya **Chealsea Jane Cenciana** yang selalu menemani selama perkuliahan.
10. Terima kasih untuk **kakek Alm. Petrus Manga Baliara** dan **Nenek Sisilia Sa'be** yang selalu mendampingi, mendoakan dan menjadi inspirasi cucunya untuk

meneliti kembali di rumah masa kecil yang hangat, untuk Mama saya **Ibu Christina** yang menjadi orang tua tunggal untuk saya terima kasih doanya dan kesempatan – kesempatan hebat yang selalu di usahakan untuk anak nya. “Seluruh hatiku untuk mu ” ma, untuk tante – tanteku terkhusus **mama no dan mama oca** yang selalu peduli dan kebersamai dan terakhir untuk saudara/i saya Putri,Fulgen,Oni,Kinaya,Komando,Salom, Gloria yang menjadi penghibur dikala duka.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman-pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis memohon maaf dan menerima kritik dan saran yang membangun untuk penulis kedepannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membacanya, Terutama untuk mengembangkan ilmu pengetahuan

“Mintalah maka akan diberikan kepadaMu, Carilah maka kamu akan mendapat, ketoklah maka pintu akan dibukakan bagimu.Karena setiap orang yang meminta , menerima dan setiap orang yang mencari mendapat, dan setiap orang yang mengetok , baginya pintu akan dibukakan.” Matius 7 .7-8

Makassar , 11 Oktober 2024



Jane Ratini Puspa

ABSTRAK

JANE RATINI PUSPA. **Perbandingan Zona Profil Endapan Nikel Laterit Pada Front Wrangler Dan Front Rubicon Dengan Menggunakan Analisis Instrumen X-Ray Fluorescence Di Pt. Antam Tbk Ubpn Kolaka** (Dibimbing Oleh Maria).

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan karakteristik zona profil endapan nikel laterit pada dua lokasi berbeda, yaitu Front Wrangler dan Front Rubicon di PT. Antam Tbk, UBPN Kolaka, dengan menggunakan metode X-Ray Fluorescence (XRF). Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi kandungan unsur-unsur utama seperti nikel (Ni), besi (Fe), dan kobalt (Co) dalam lapisan laterit. Data diperoleh melalui analisis sampel dari empat titik pada masing-masing front. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan ketebalan dan komposisi unsur pada kedua front tersebut. Front Wrangler cenderung memiliki ketebalan zona laterit yang lebih seragam dan kaya akan Ni pada zona saprolit, sementara Front Rubicon menunjukkan distribusi Ni yang lebih sporadis akibat topografi yang lebih curam dan tingkat erosi yang tinggi. Kandungan Fe lebih tinggi di zona limonit pada Front Wrangler, yang menunjukkan intensitas lateritisasi yang lebih baik. Penelitian ini memberikan wawasan penting mengenai pengaruh kondisi geologi terhadap pembentukan dan distribusi endapan nikel laterit, yang dapat digunakan untuk optimalisasi eksplorasi dan penambangan di masa depan.

Kata Kunci : ***Nikel Laterit, X-Ray Fluorescence, Endapan Mineral, PT. Antam, Profil Geologi.***

ABSTRACT

JANE RATINI PUSPA. **Comparison of Lateritic Nickel Deposit Profile Zones at the Wrangler Front and Rubicon Front Using X-Ray Fluorescence Instrument Analysis at PT Antam Tbk UBPN Kolaka** (supervised by Maria).

This study aims to compare the characteristics of laterite nickel deposit profiles in two different locations, namely Front Wrangler and Front Rubicon at PT. Antam Tbk, UBPN Kolaka, using the X-Ray Fluorescence (XRF) method. This method is used to identify the main elements such as nickel (Ni), iron (Fe), and cobalt (Co) within the laterite layers. Data were obtained through analysis of samples from four points in each front. The results show differences in the thickness and elemental composition between the two fronts. Front Wrangler tends to have a more uniform laterite profile thickness with higher Ni concentrations in the saprolite zone, while Front Rubicon shows a more sporadic distribution of Ni due to its steeper topography and higher erosion rates. The Fe content is higher in the limonite zone at Front Wrangler, indicating more intense lateritization. This study provides valuable insights into the influence of geological conditions on the formation and distribution of laterite nickel deposits, which can be used for future exploration and mining optimization.

Keywords: ***Laterite Nickel, X-Ray Fluorescence, Mineral Deposits, PT. Antam, Geological Profile.***

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA.....	vi
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Landasan Teori.....	2
1.5.1 Geologi Regional	2
1.5.2 Batuan Ultramafik dan Komposisinya.....	3
1.5.3 Endapan Nikel Laterit	5
1.5.4 Genesa Endapan Nikel Laterit.....	6
1.5.5 Faktor- Faktor Pembentukan Endapan Nikel Laterit	7
1.5.6 Metode XRF (X- Ray Fluorescence)	8
BAB II METODOLOGI PENELITIAN.....	12
2.1 Lokasi Penelitian	12
2.2 Alat dan Bahan	12
2.3 Tahap Penelitian.....	13
2.3.1 Tahap Persiapan	13
2.3.2 Pengambilan data.....	13
2.3.3 Preparasi Sampel	13
2.4 Analisis XRF	14
2.5 Diagram Alir Penelitian.....	14
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	16
3.1 Profil Laterit Front Wrangler PT Antam Tbk. UBPB Kolaka	16
3.1.1 Profil Laterit Titik 1 Front Wrangler	16
3.1.2 Profil Laterit Titik 2 Front Wrangler	17

3.1.3 Profil Laterit Titik 3 Front Wrangler	18
3.1.4 Profil Laterit Titik 4 Front Wrangler	19
3. 2 Profil Laterit Front Rubicon PT Antam Tbk. UBPN Kolaka	20
3.2.1 Profil Laterit Titik 1 Front Rubicon	20
3.2.2 Profil Laterit Titik 2 Front Rubicon	21
3.2.3 Profil Laterit Titik 3 Front Rubicon	22
3.2.4 Profil Laterit Titik 4 Front Rubicon	23
3.3 Perbandingan Profil Laterit Front Wrangler dan Front Rubicon PT Antam, Tbk. UPBN Kolaka.....	24
3.4 Hasil Analisis XRF (X-Ray Fluorescence) Front Wrangler PT Antam Tbk. UBPN Kolaka.....	25
3.4.1 Hasil Analisis XRF (X-Ray Fluorescence) titik 1 Front Wrangler	25
3.4.2 Hasil Analisis XRF (X-Ray Fluorescence) titik 2 Front Wrangler	26
3.4.3 Hasil Analisis XRF (X-Ray Fluorescence) titik 3 Front Wrangler	27
3.4.4 Hasil Analisis XRF (X-Ray Fluorescence) titik 4 Front Wrangler	28
3.5 Hasil Analisis XRF (X-Ray Fluorescence) Front Rubicon PT Antam Tbk. UBPN Kolaka.....	29
3.5.1 Hasil Analisis XRF (X-Ray Fluorescence) titik 1 Front Rubicon	29
3.5.2 Hasil Analisis XRF (X-Ray Fluorescence) titik 2 Front Rubicon.....	30
3.5.3 Hasil Analisis XRF (X-Ray Fluorescence) titik 3 Front Rubicon.....	31
3.5.4 Hasil Analisis XRF (X-Ray Fluorescence) titik 4 Front Rubicon.....	32
3.6 Perbandingan Profil Laterit Front Wrangler dan Front Rubicon PT Antam, Tbk. UPBN Kolaka.....	33
BAB IV KESIMPULAN	35
4.1 Kesimpulan.....	35
DAFTAR PUSTAKA.....	36
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Halaman
1. Geologi regional lengan tenggara Sulawesi (Simandjuntak dkk, 1993).	3
2. Klasifikasi batuan ultramafik berdasarkan kandungan mineraloginya (Streckeisen, 1976).	4
3. Ilustrasi profil laterit (Waheed, 2008).	6
4. Alat X-Ray Fluoresence MagiX Fast (Dokumentasi Penulis)	9
5. Prinsip kerja XRF (Gosseau, 2009)	10
6. Ilustrasi Difraksi Sinar-X (Hammond, 2009)	11
7. Peta Lokasi Penelitian Pada (a) Front Wrangler dan (b) Front Rubicon	12
8. Diagram Alir Rencana Penelitian	15
9. Profil Laterit Titik 1 Front Wrangler	16
10. Profil Laterit Titik 2 Front Wrangler	17
11. Profil Laterit Titik 3 Front Wrangler	18
12. Profil Laterit Titik 4 Front Wrangler	19
13. Profil Laterit Titik 1 Front Rubicon	20
14. Profil Laterit Titik 2 Front Rubicon	21
15. Profil Laterit Titik 3 Front Rubicon	22
16. Profil Laterit Titik 4 Front Rubicon	23
17. Peta Kontur Front Wrangler	24
18. Peta Kontur Front Rubicon	24
19. Grafik Unsur titik 1 Front Wrangler	26
20. Grafik Unsur titik 2 Front Wrangler	27
21. Grafik Unsur titik 3 Front Wrangler	28
22. Grafik Unsur titik 4 Front Wrangler	29
23. Grafik Unsur titik 1 Front Rubicon	30
24. Grafik Unsur titik 2 Front Rubicon	31
25. Grafik Unsur titik 3 Front Rubicon	32
26. Grafik Unsur titik 4 Front Rubicon	33

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Urut	Halaman
1. Lampiran 1. Lokasi Penelitian	38
2. Lampiran 2. Foto Alat dan Bahan	39
3. Lampiran 3. Proses Pengambilan Sampel	42
4. Lampiran 4. Proses Preparasi Sampel	42
5. Lampiran 5. Proses Analisis Pada Lab Instrumen dengan X	43
6. Lampiran 6. Peta Lokasi Titik Pengambilan Sampel	45
7. Lampiran 7. Tabel Data Hasil Analisis XRF	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Potensi sumberdaya mineral Indonesia yang cukup banyak, tersebar hampir di seluruh nusantara dan merupakan salah satu modal untuk kegiatan Pembangunan. Nikel merupakan salah satu dari lima unsur logam yang paling umum dan di jumpai di bumi dan ditemui secara luas terutama di kerak bumi. Nikel juga merupakan penghantar (konduktor) listrik dan panas yang cukup baik. Nikel mempunyai sifat tahan karat. Dalam keadaan murni nikel bersifat lunak, tetapi jika dipadukan dengan besi, krom dan logam lainnya dapat membentuk baja tahan karat yang keras. Perpaduan nikel, krom dan besi menghasilkan baja tahan karat (stainless steel) yang banyak diaplikasikan pada peralatan dapur (sendok, dan peralatan memasak), ornamen-ornamen rumah dan gedung, serta komponen industri (Sukandarrumidi, 2007).

Sulawesi Tenggara adalah salah satu daerah yang memiliki potensi sumberdaya bijih Nikel. terletak di Tenggara Pulau Sulawesi, secara geografis terletak di bagian tengah Indonesia dan mempunyai wilayah daratan seluas 38.140 km² (3.814.000 ha) dan perairan (laut) seluas 110.000 km² (11.000.000 ha), sumberdaya mineral nikel di Kabupaten Kolaka Utara sebesar ± 500 juta ton, dengan cadangan yang berasal dari 8 IUP di sekitar Kabupaten Kolaka Utara sebesar 159 juta ton (update: RKAB Dinas ESDM, Oktober 2020).

Hashari kamaruddin dkk pada tahun 2018 telah melakukan studi mengenai karaktersitik endapan nikel laterit dengan data kimia di Sulawesi Tenggara dan menemukan bahwa terdapat perbedaan karakteristik endapan nikel laterit pada setiap front dimana itu terjadi akibat kondisi morfologinya, dimana pada daerah dengan tingkat kelerengan landai sampai sedang merupakan tempat pengkayaan nikel, sedangkan pada daerah dengan tingkat kelerengan curam, erosi mekanik akan membawa unsur-unsur nikel sebelum unsur-unsur tersebut membentuk laterit. Oleh sebab itu, penelitian ini difokuskan untuk melihat perbedaan antara front Wrangler dan front Rubicon untuk mengidentifikasi zona profil endapan nikel laterit menggunakan instrumen XRF (X-Ray Fluorescence) di PT Antam Persero Tbk. UBPN, Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi perbedaan karakteristik zona profil endapan nikel laterit antara front wrangler dan front rubicon.
2. Menganalisis kandungan unsur-unsur dalam zona profil endapan nikel laterit pada front wrangler dan front rubicon.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian tugas akhir ini dibatasi berupa sampel profil endapan nikel laterit front wrangler dan front rubicon dengan analisis XRF (X-Ray Fluorescence) dengan tujuan mengidentifikasi perbedaan karakteristik zona profil endapan nikel laterit antara front wrangler dan front rubicon di PT Antam Tbk. UBPB Kolaka

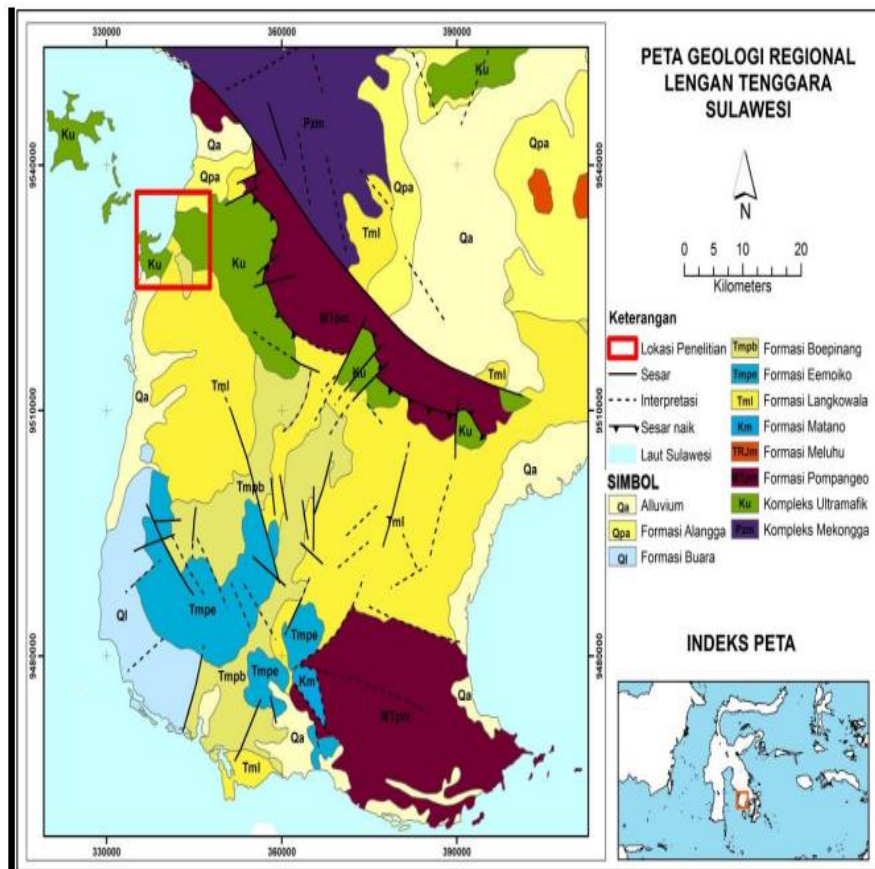
1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui perbedaan karakteristik zona profil endapan nikel laterit antara front wrangler dan front rubicon.
2. Mengetahui kandungan unsur-unsur dalam zona profil endapan nikel laterit pada front wrangler dan front rubicon.

1.5 Landasan Teori

1.5.1 Geologi Regional

Geologi daerah Pomalaa merupakan bagian dari batuan ultramafik Ophiolit Sulawesi Timur di lengan tenggara Sulawesi seperti yang terdapat pada gambar 1. Di daerah tersebut endapan laterit nikel Pomalaa terbentuk dari pelapukan batuan asal ultramafik yang didominasi oleh harzburgit terserpentinisasi dan memiliki karakteristik tipe endapan laterit nikel hydrous Mg silicate. Lateritisasi terbentuk pada morfologi perbukitan bergelombang rendah dengan sudut kelerengan berkisar 10° sampai dengan 25°. Proses lateritisasi berlangsung dengan baik terutama pada topografi yang cenderung lebih landai yaitu 10° sampai dengan 15°, yang memungkinkan terbentuknya lateritisasi yang cukup dalam dengan zona saprolit yang tebal. Batuan ultramafik di kompleks ofiolit tersebut didominasi oleh harzburgit, dunit, werlit, lherzolite, websterite, serpentinit dan piroksenit. Batuan ultramafik pada ofiolit tersebut merupakan sumber yang baik untuk pembentukan laterit sebagaimana yang dijumpai di Pomalaa. Batuan ultramafik di daerah Pomalaa didominasi oleh peridotit yang umumnya berupa harzburgit dan dunit yang sebagian telah mengalami serpentinisasi. Komposisi mineral penyusun batuan peridotit didominasi oleh olivin, klinopiroksen, orthopiroksen, kadang-kadang disertai oleh kromit. Kandungan olivin pada harzburgit yang terserpentinisasi tersebut merupakan sumber yang baik untuk terbentuknya endapan laterit nikel (Kamaruddin dkk.,2018).

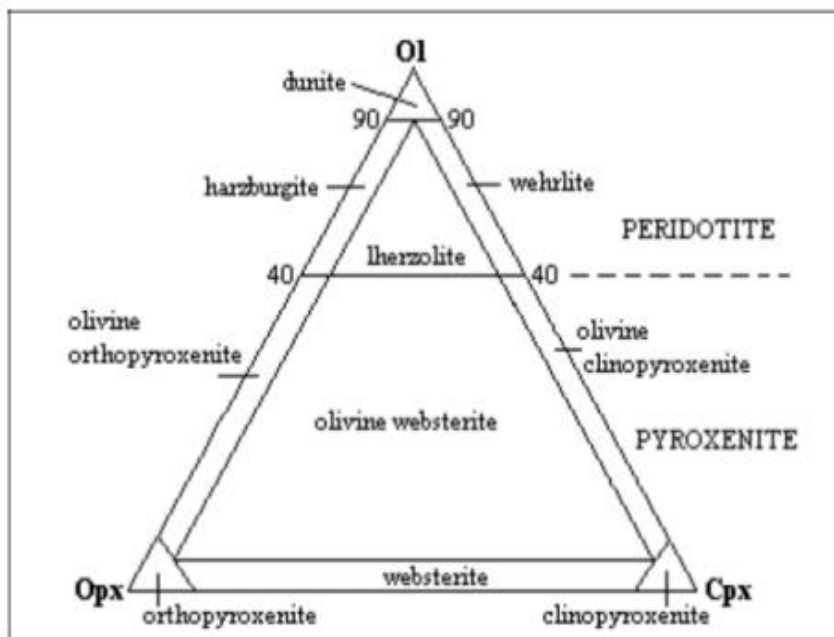


Gambar 1. Geologi regional lengan tenggara Sulawesi (Simandjuntak dkk, 1993).

1.5.2 Batuan Ultramafik dan Komposisinya

Batuan ultramafik merupakan batuan yang mengandung olivin magnesian olivin magnesian (Mg_2SiO_4) yang tinggi dan rendah SiO_2 (< 45 wt.%) . Batuan ultramafik dapat dijumpai sebagai batuan beku plutonik yang ditemukan dikerak maupun sebagai batuan metamorf yang berasal dari mantel (Hutabarat dan Ismawan, 2015). Batuan ultramafik tersusun atas mineral primer olivine, piroksen dan hornblende yang mempunyai warna gelap dalam keadaan segar. Penguraian mineral-mineral primer tersebut yang menyebabkan unsur- unsur yang terbawa dalam larutan kemudian akan mengendap pada suatu tempat tertentu. Proses ini berjalan secara dinamis dan lambat, sehingga terbentuk profil laterit yang merupakan pengembangan dari tahapan laterisasi (Hasria dkk., 2020).

Berdasarkan klasifikasi penamaan batuan beku ultramafik menurut Streckeisen (1976) menjelaskan bahwa batuan intrusi dan ekstrusi dipisahkan. Klasifikasi batuan berdasarkan kandungan mineraloginya, yang terbagi dalam tiga jenis mineral yaitu olivin, ortopiroksen, dan klinopiroksen ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Klasifikasi batuan ultramafik berdasarkan kandungan mineraloginya (Streckeisen,1976).

Jenis-jenis batuan ultramafik, antara lain:

1. Peridotit

Peridotit biasanya membentuk suatu kelompok batuan ultramafik yang disebut ofiolit, umumnya membentuk tekstur kumulus yang terdiri atas harzburgit, lherzolite, wehrlite, dan dunit. Peridotit tersusun atas mineral – mineral holokristalin dengan ukuran medium kasar dan berbentuk anhedral. Komposisinya terdiri dari olivin dan piroksen. Mineral asesorisnya berupa plagioklas, hornblende, biotit, dan garnet (Williams dkk., 1954).

2. Dunit

Menurut Williams dkk. (1954), bahwa dunit merupakan batuan yang hampir, murni olivin (90- 100%). Sedangkan Ahmad (2002) menyatakan bahwa dunit memiliki komposisi mineral hampir seluruhnya adalah monomineralik olivin (umumnya magnesit olivin), mineral asesorisnya meliputi kromit, magnetit, ilmenit, dan spinel. Pembentukan dunit berlangsung pada kondisi padat atau hampir padat (pada temperatur yang tinggi) dalam larutan magma, dan sebelum mendingin pada temperatur tersebut, batuan tersebut siap bersatu membentuk massa olivin anhedral yang saling mengikat. Terbentuknya batuan yang terdiri dari olivin murni (dunit) misalnya, membuktikan bahwa larutan magma (liquid) berkomposisi olivin memisah dari larutan yang lain (Williams dkk., 1954).

3. Serpentin

Serpentin merupakan batuan hasil alterasi hidrotermal dari batuan ultrabasa, dimana mineral-mineral olivin dan piroksen jika teralterasi akan membentuk mineral

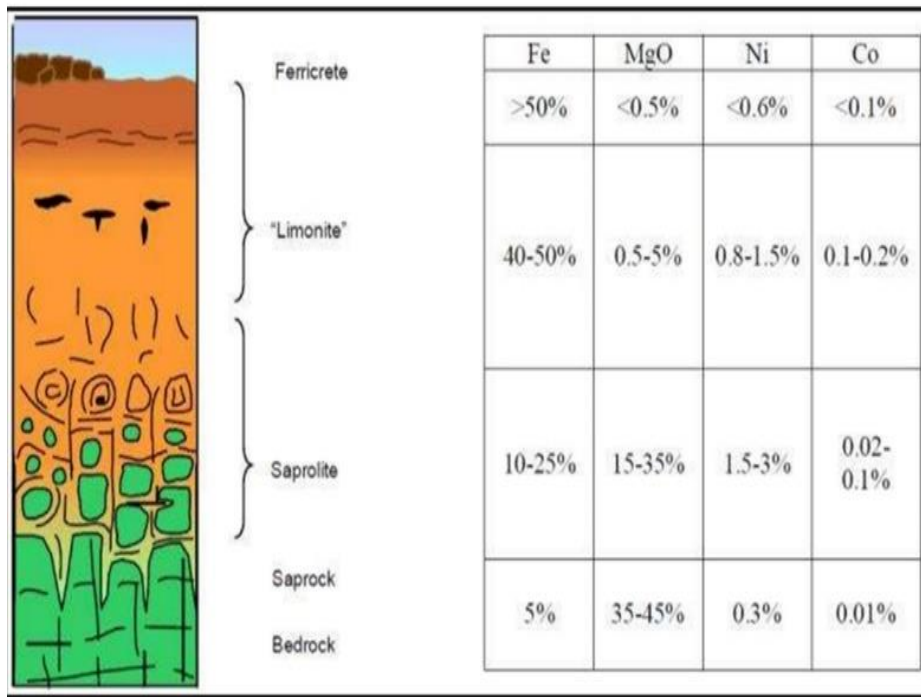
serpentin. Serpentininit sangat umum memiliki komposisi batuan berupa monomineralik Serpentin, Batuan tersebut dapat terbentuk dari serpentinisasi dunit, peridotit. Serpentininit tersusun oleh mineral grup serpentin > 50 % (Williams dkk., 1954). Menurut Ringwood (1975). bahwa pada prinsipnya kerak serpentinite dapat dihasilkan dari mantel oleh hidrasi dari mantel ultrabasa (mantel peridotit dan dunit) di bawah punggung Tengah samudera (Mid Ocean Ridge) pada temperature <500°C. Serpentin kemudian terbawa keluar melalui migrasi litosfer. Serpentinisasi pada mineral livine menurut Ahmad (2002), bahwa Serpentin merupakan suatu pola mineral dengan Komposisi, $H_4Mg_3Si_2O_9$ terbentuk melalui alterasi hidrothermal dari mineral feromagnesia seperti olivin, piroksen dan amfibol. Umumnya alterasi pada livin imulai pada pecahan/ retakan pada kristalnya, secepatnya keseluruhan kristal mungkin teralterasi dan mengalami pergantian. Menurut Ahmad (2002), bahwa serpentinisasi pada olivin memerlukan penambahan air, lepasan magnesita atau penambahan silika, pelepasan besi (Mg,Fe) pada olivin, konversi pelepasan besi dari bentuk ferrous (Fe^{2+}) ke ferri (Fe^{3+}) ke bentuk magnetit.

1.5.3 Endapan Nikel Laterit

Laterit berasal dari bahasa latin yaitu later, yang artinya bata (membentuk bongkah-bongkah yang tersusun seperti bata yang berwarna merah bata) (Jafar dkk., 2016). Laterit merupakan hasil proses pelapukan dan pengkayaan batuan *mafic/ ultramafic* di daerah tropis. Oleh karena itu komposisi kimia dan mineraloginya berbeda antara satu endapan dengan endapan lainnya. Nikel dalam bijih nikel laterit berasosiasi dengan besi oksida dan mineral silikat sebagai hasil substitusi isomorphous unsur besi dan magnesium dalam struktur kristalnya, sehingga secara kimia dan fisik, bijih nikel laterit dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu bijih jenis saprolit (silikat/ hidro silikat) dan jenis limonit (oksida/ hidroksida) (Subagja dkk., 2016).

Laterit dapat dijumpai terutama pada daerah yang beriklim tropis sampai subtropis yang memiliki suhu tinggi dan curah hujan yang cukup. Akibatnya laterit banyak ditemukan di daerah Indonesia (daerah Sulawesi), serta beberapa wilayah lain yang memiliki iklim tropis dan subtropis. Bijih nikel laterit biasanya ditemukan pada daerah yang relatif dangkal yaitu berkisar di kedalaman 15 - 20 meter di bawah permukaan tanah. Bijih nikel laterit berkontribusi hingga 60- 70% dari cadangan nikel dunia dan sebagian besar berada di negara-negara tropis dan subtropis seperti Indonesia, New Caledonia, Australia, Kuba, Brazil, Filipina dan Papua Nugini (Kose, 2010).

Menurut Ahmad (2008) yang ditunjukkan pada gambar 3, secara umum deposit nikel laterit dapat dibagi menjadi empat zona utama, yaitu zona ferricrete, zona limonit, zona saprolit dan bedrock. Keempat zona ini memiliki kandungan nikel, besi dan magnesium yang berbeda-beda.



Gambar 3. Ilustrasi profil laterit (Ahmad,2008).

Profil nikel laterit pada umumnya terdiri dari 4 zona gradasi sebagai berikut:

1. Top soil

Tanah residu berwarna merah tua yang merupakan hasil oksidasi terdiri dari hematit, geotit serta limonit. Kadar besi yang terkandung sangat tinggi dengan kelimpahan unsur Ni yang sangat rendah.

2. Zona limonit

Berwarna merah coklat atau kuning, berukuran butir halus hingga lempung lapisan kaya akan kandungan besi. Zona ini memiliki kandungan nikel berkisar 0,8-1,5% dengan kandungan besi mencapai 40-50%.

3. Zona saprolit

Merupakan zona dengan kandungan nikel paling tinggi. Mineral utama saprolit adalah serpentin, dimana nikel menggantikan Mg membentuk senyawa garnerit. Kandungan nikel pada zona ini berkisar 1,8-3%.

4. Batuan dasar (Bedrock)

Tersusun atas bongkahan/blok yang terbentuk dari batuan induk yang sudah tidak mengandung mineral ekonomis karena kadarnya sudah mendekati atau sama dengan batuan dasar, yang merupakan bagian bawah profil laterit (Ahmad, 2008).

1.5.4 Genesa Endapan Nikel Laterit

Proses pembentukan nikel laterit diawali dari proses pelapukan batuan ultrabasa, dalam hal ini adalah batuan harzburgit. Batuan ini banyak mengandung olivin,

piroksen, magnesium silikat dan besi, mineral-mineral tersebut tidak stabil dan mudah mengalami proses pelapukan.

Faktor kedua sebagai media transportasi Ni yang terpenting adalah air. Air tanah yang kaya akan Co_2 , unsur ini berasal dari udara luar dan tumbuhan, akan mengurai mineral-mineral yang terkandung dalam batuan harzburgit tersebut. Kandungan olivin, piroksen, magnesium silikat, besi, nikel dan silika akan terurai dan membentuk suatu larutan, di dalam larutan yang telah terbentuk tersebut, besi akan bersenyawa dengan oksida dan mengendap sebagai ferri hidroksida. Endapan ferri hidroksida ini akan menjadi reaktif terhadap air, sehingga kandungan air pada endapan tersebut akan mengubah ferri hidroksida menjadi mineral-mineral seperti goethite ($\text{FeO}(\text{OH})$), hematit (Fe_2O_3) dan cobalt. Mineral-mineral tersebut sering dikenal sebagai “besi karat”.

Endapan ini 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 leaching. Unsur Ni sendiri merupakan unsur tambahan di dalam batuan ultrabasa. Sebelum proses pelindihan berlangsung, unsur Ni berada dalam ikatan serpentine group. Rumus kimia dari kelompok serpentin adalah $\text{X}_{2-3}\text{SiO}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, dengan X tersebut tergantikan unsur-unsur seperti Cr, Mg, Fe, Ni, Al, Zn atau Mn atau dapat juga merupakan kombinasinya.

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 bedrock (Harzburgit). Ikatan dari Ni yang berasosiasi dengan Mg, SiO dan H akan membentuk mineral garnierit dengan rumus kimia $(\text{Ni,Mg})\text{Si}_4\text{O}_5(\text{OH})_4$. Apabila proses ini berlangsung terus menerus, maka yang akan terjadi adalah proses pengkayaan supergen (supergen enrichment). Zona pengkayaan supergen ini terbentuk di zona saprolit. Dalam satu penampang vertikal profil laterit dapat juga terbentuk zona pengkayaan yang lebih dari satu, hal tersebut dapat terjadi karena muka air tanah yang selalu berubah-ubah, terutama dari perubahan musim.

Dibawah zona pengkayaan supergen terdapat zona mineralisasi primer yang tidak terpengaruh oleh proses oksidasi maupun pelindihan, yang sering disebut sebagai zona Hipogen, terdapat sebagai batuan induk yaitu batuan Harzburgit (Atmadja, 1974).

1.5.5 Faktor- Faktor Pembentukan Endapan Nikel Laterit

Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan bijih nikel laterit adalah sebagai berikut (Ahmad, 2008):

1. Batuan asal

Batuan asal dalam pembentukan nikel laterit adalah batuan ultramafik. Dalam hal ini pada batuan ultramafik terdapat elemen Ni yang paling banyak diantara batuan lainnya, kandungan mineralnya yang mudah lapuk atau tidak stabil, seperti olivin dan

piroksin serta mempunyai komponen-komponen yang memungkinkan terbentuknya endapan nikel.

2. Iklim

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

3. Reagen-reagen kimia dan vegetasi

Yang dimaksud dengan reagen-reagen kimia yaitu unsur dan senyawa yang membantu proses pelapukan. Air tanah yang mengandung CO_2 memegang peranan penting di dalam proses pelapukan kimia. Asam-asam humus menyebabkan dekomposisi batuan dan dapat merubah pH larutan.

4. Struktur

Struktur geologi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi dalam pembentukan endapan nikel laterit. Struktur geologi akan mempermudah rembesan fluida ke dalam tanah juga berpengaruh terhadap proses percepatan pelapukan batuan induk dan pengayaan proses laterisasi unsur Ni, Al, Fe, Cr dan Co yang dapat menyusun profil nikel laterit. Daerah yang memiliki rekahan-rekahan akan lebih dominan terakumulasi endapan nikel laterit. Struktur geologi menjadi faktor pengontrol suatu endapan nikel laterit terhadap proses pengkayaan nikel (Ahmad, 2008).

5. Topografi

Keadaan topografi setempat akan 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 atau pori-pori batuan. Akumulasi endapan umumnya terdapat pada daerah yang landai sampai kemiringan sedang, hal ini menunjukkan 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 menjadi kurang intensif (Isjudarto, 2013).

6. Waktu

Waktu yang cukup lama akan mengakibatkan pelapukan yang cukup intensif karena akumulasi unsur nikel cukup tinggi (Isjudarto, 2013).

1.5.6 Metode XRF (X- Ray Fluorescence)

Analisis ini menggunakan berbagai metode seperti metode XRF dan XRD untuk menghasilkan komposisi dan presentase unsur dalam mineral serta jenis mineral batuan (Massinai dkk., 2021).

Metode X-Ray Fluorescence digunakan untuk analisis unsur penyusun suatu bahan menggunakan radiasi sinar-X yang diserap dan dipantulkan oleh target atau sampel (Jamaludin dkk., 2018). Namun, XRF tidak bekerja dalam orde yang kecil atau mikro dan biasanya digunakan untuk analisis bahan dengan fraksi yang lebih besar seperti

bahan-bahan geologi. Metode ini paling banyak digunakan untuk analisis unsur dari bahan batuan, mineral dan sedimen .

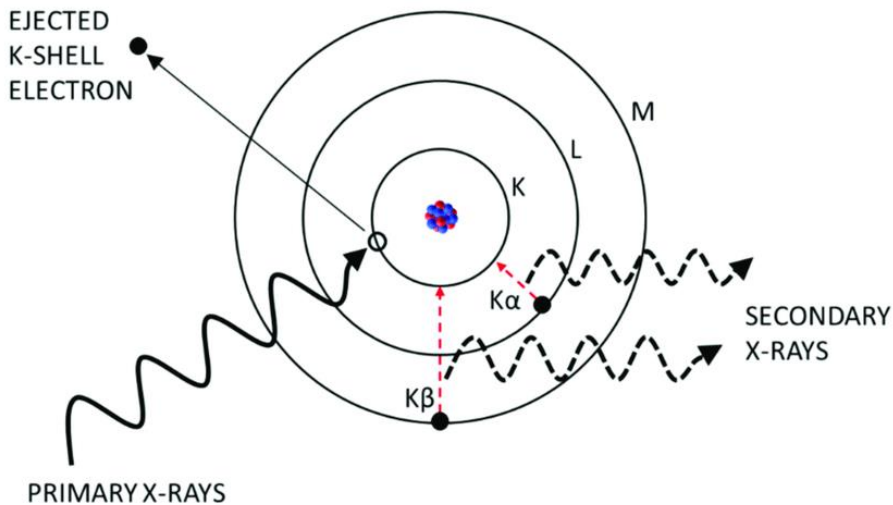
Pada gambar 4 adalah alat uji X-Ray Fluorescence yang digunakan untuk menganalisis unsur yang terkandung dalam bahan secara kualitatif maupun kuantitatif. Analisis kualitatif memberikan informasi jenis unsur yang terkandung dalam bahan yang dianalisis, yang ditunjukkan oleh adanya spektrum unsur pada energi sinar-X karakteristiknya. Sedangkan analisis kuantitatif memberikan informasi jumlah unsur yang terkandung dalam bahan yang ditunjukkan oleh ketinggian puncak spektrum (Jenkins, 1999).



Gambar 4. Alat X-Ray Fluorescence MagiX Fast (Dokumentasi Penulis)

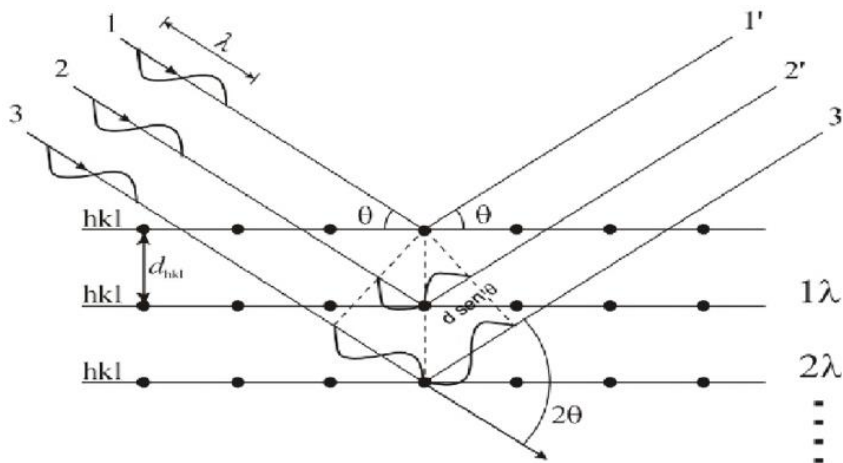
Gambar 5 memperlihatkan skema metode XRF. Apabila terjadi eksitasi sinar-X primer yang berasal dari tabung X-Ray atau sumber radioaktif mengenai sampel, sinar-X dapat diabsorpsi atau dihamburkan oleh material. Proses dimana sinar-X diabsorpsi oleh atom dengan mentransfer energinya pada elektron yang terdapat pada kulit yang lebih dalam disebut efek fotolistrik. Selama proses ini, bila sinar-X primer memiliki cukup energi, elektron pindah dari kulit yang di dalam menimbulkan kekosongan. Kekosongan ini menghasilkan keadaan atom yang tidak stabil. Apabila atom kembali pada keadaan stabil, elektron dari kulit luar pindah ke kulit yang lebih dalam dan proses ini menghasilkan energi sinar-X yang tertentu dan berbeda antara dua energi ikatan pada kulit tersebut. Emisi sinar-X dihasilkan dari proses yang disebut X-Ray Fluorescence (XRF). Pada umumnya kulit K dan L terlibat pada

deteksi XRF. Sehingga terdapat istilah $K\alpha$ dan $K\beta$ serta $L\alpha$ dan $L\beta$ pada XRF. Jenis spektrum X-Ray dari sampel yang diradiasi akan menggambarkan puncak-puncak pada intensitas yang berbeda (Viklund, 2008).



Gambar 5. Prinsip kerja XRF (Gosseau, 2009)

Sinar-X merupakan radiasi gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang sekitar $1 \text{ \AA}$, berada di antara panjang gelombang sinar gamma (γ) dan sinar ultraviolet. Sinar-X dihasilkan jika elektron berkecepatan tinggi menumbuk suatu logam target. Sinar-X yang diperoleh memberikan intensitas puncak tertentu yang bergantung pada kebolehjadian transisi elektron yang terjadi. Transisi $K\alpha$ lebih mungkin terjadi dan memiliki intensitas yang lebih tinggi daripada transisi $K\beta$, sehingga radiasi $K\alpha$ yang digunakan untuk keperluan difraksi sinar-X. Sinar-X juga dapat dihasilkan oleh proses perlambatan elektron pada saat menembus logam sasaran. Proses perlambatan ini menghasilkan sinar-X yang biasa disebut sebagai radiasi putih. Terdapat bentuk dasar yang terbentuk oleh radiasi putih dan puncak khas tajam yang bergantung pada kuantisasi transisi elektron.



Gambar 6. Ilustrasi Difraksi Sinar-X (Hammond, 2009)

Difraksi sinar-X digunakan untuk mengidentifikasi struktur kristal suatu padatan dengan membandingkan nilai jarak d (bidang kristal) dan intensitas puncak difraksi dengan data standar. Difraksi sinar X oleh sebuah material terjadi akibat dua fenomena yaitu hamburan oleh tiap atom. Interferensi gelombang-gelombang oleh tiap atom-atom tersebut terjadi karena gelombang yang dihamburkan oleh atom memiliki koherensi dengan gelombang datang seperti pada gambar 6. Apabila suatu bahan dikenai sinar-X maka intensitas sinar-X yang ditransmisikan lebih kecil dari intensitas sinar datang. Hal ini disebabkan adanya penyerapan oleh bahan dan juga penghamburan oleh atom-atom dalam material tersebut. Berkas sinar yang dihantarkan tersebut ada yang saling menghilangkan karena fasenya berbeda dan ada juga yang saling menguatkan karena fasenya sama (Zeffry, 2015).

Berkas sinar-X yang saling menguatkan disebut sebagai berkas difraksi. Persyaratan yang harus dipenuhi agar berkas sinar-X yang dihamburkan merupakan berkas difraksi dikenal sebagai Hukum Bragg. Menurut Bragg berkas yang terdifraksi oleh kristal terjadi jika pemantulan oleh bidang sejajar atom menghasilkan interferensi konstruktif. Pemantulan sinar-X oleh sekelompok bidang paralel dalam kristal pada hakekatnya merupakan gambaran dari difraksi atom-atom kristal. Interferensi konstruktif terjadi jika selisih lintasan antara dua sinar yang berurutan merupakan kelipatan panjang gelombangnya (λ) sehingga dapat dinyatakan pada persamaan matematis hukum Bragg sebagai berikut:

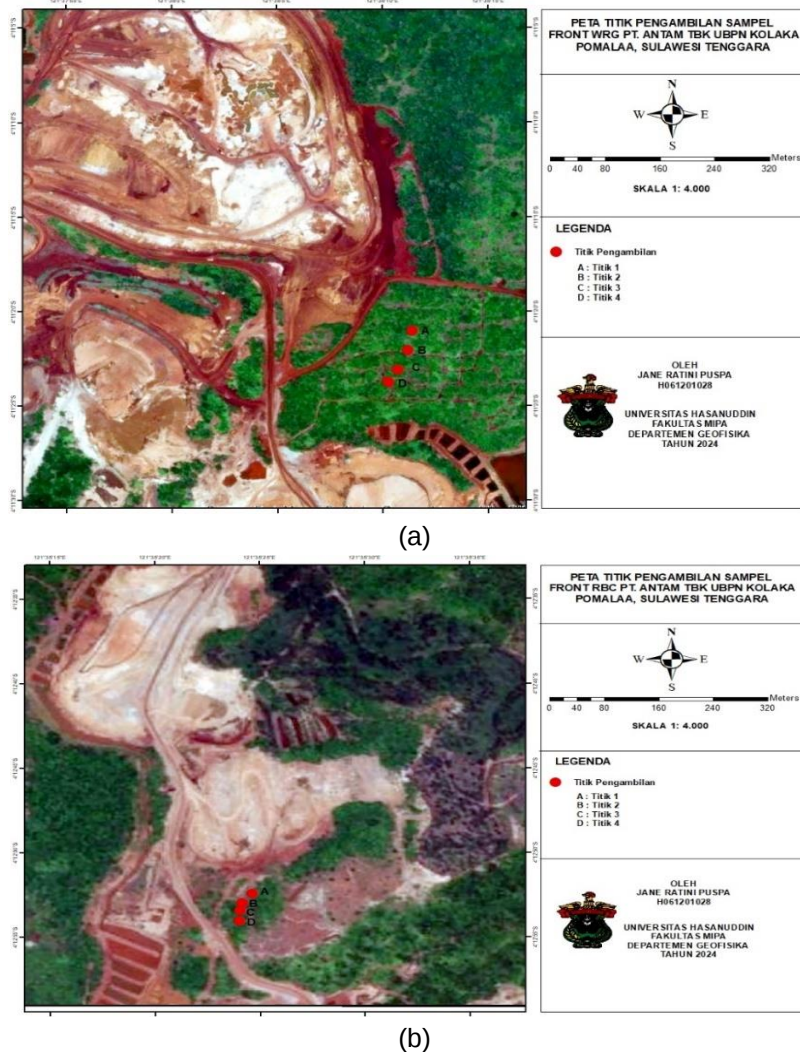
$$n\lambda = 2d \sin \theta \quad (1)$$

n adalah bilangan bulat, d merupakan jarak antar bidang, θ adalah sudut antara sinar datang dengan bidang kristal dan λ adalah panjang gelombang sinar X (Omar, 1975).

BAB II METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT Antam Tbk. UBPN Kolaka di Front Wrangler dan Front Rubicon Secara administrasi PT Antam Tbk terletak di daerah Pomalaa, Kabupaten Kolaka , Provinsi Sulawesi Tenggara ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Peta Lokasi Penelitian Pada (a) Front Wrangler dan (b) Front Rubicon

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *X-Ray Fluorescence Spectrometry (MagiX Fast)*, laptop, ArcGis 10.8, dan *Microsoft Excel*

2.3 Tahap Penelitian

2.3.1 Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan penyusunan tugas akhir. Sasaran utama studi pendahuluan ini adalah gambaran umum daerah penelitian. Studi Literatur dilakukan dengan mencari bahan-bahan Pustaka yang menunjang kegiatan penelitian, yang diperoleh dari instansi terkait, perpustakaan, grafik dan tabel, serta informasi penunjang lainnya.

2.3.2 Pengambilan data

Pengambilan data pada penelitian ini meliputi data lapangan atau data primer. data primer merupakan data yang diperoleh dari lapangan. Pada tahap ini dilakukan metode pengambilan sampel singkapan batuan dan soil laterite 8 (delapan) titik stasiun untuk dianalisis di laboratorium pada front Wrangler dan Front Rubicon, tujuan dari tahapan ini adalah untuk mengetahui karakteristik endapan dari setiap zona profil nikel laterit beserta unsurnya pada wilayah penelitian.

2.3.3 Preparasi Sampel

Preparasi sampel adalah proses persiapan dalam hal ini pengambilan sampel yang representatif agar layak dianalisis di laboratorium. Selain untuk mengurangi kandungan dari kadar air yang berlebih dalam bijih, tujuan dari tahap ini ialah untuk mengolah sampel yang diambil dari lapangan yang masih dalam bentuk heterogen dan kasar menjadi material yang halus dan homogen sesuai dengan yang dipersyaratkan di laboratorium. Tahapan-tahapan yang dilakukan saat proses preparasi adalah sebagai berikut:

1. Sampel dipisahkan sesuai titik urutan pengambilan sampel. Selanjutnya sampel diletakkan di atas ayakan ukuran -20 mm, sampel yang tidak lolos ayakan dipisahkan dan dilakukan proses penghalusan menggunakan alat Jaw Crusher dengan ukuran -20 mm.
2. Kemudian hasil yang keluar dari Jaw Crusher dimixing menggunakan sekop: Setelah proses mixing, sampel dimatriks 4 x 5 dan dituang ke dalam talang menggunakan sendok 30D (+500 gr), sampel dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 4,5 jam.
3. Setelah sampel keluar dari oven, sampel diayak dengan ukuran -10 mm dan sampel yang tidak lolos kembali dihancurkan menggunakan alat Jaw Crusher ukuran -10 mm lalu sampel ayakan tersebut dimixing kemudian dimatriks 4 x 5 dan di tuang ke dalam talang menggunakan sendok 15D (± 200 gr). ayak kembali sampel menggunakan ayakan -3 mm, sampel yang tidak lolos ayakan dihancurkan kembali dengan Roll Crusher -3 mm, selanjutnya sampel dimixing dan dilakukan proses matriks matriks 4x5, pengambilan sampel dengan sendok 10D (± 125 gr). Lakukan kembali proses pengeringan di oven dengan suhu 105°C selama 1,5 Jam.
4. Sampel hasil pengeringan dihaluskan selama 5 menit dengan mesin Pulverizer sampai mendapatkan ukuran 200 mesh, sampel yang telah halus kemudian dimixing lalu dimatriks 4 x 5 kemudian disendok dengan ukuran 1 D (± 8 gr) dan

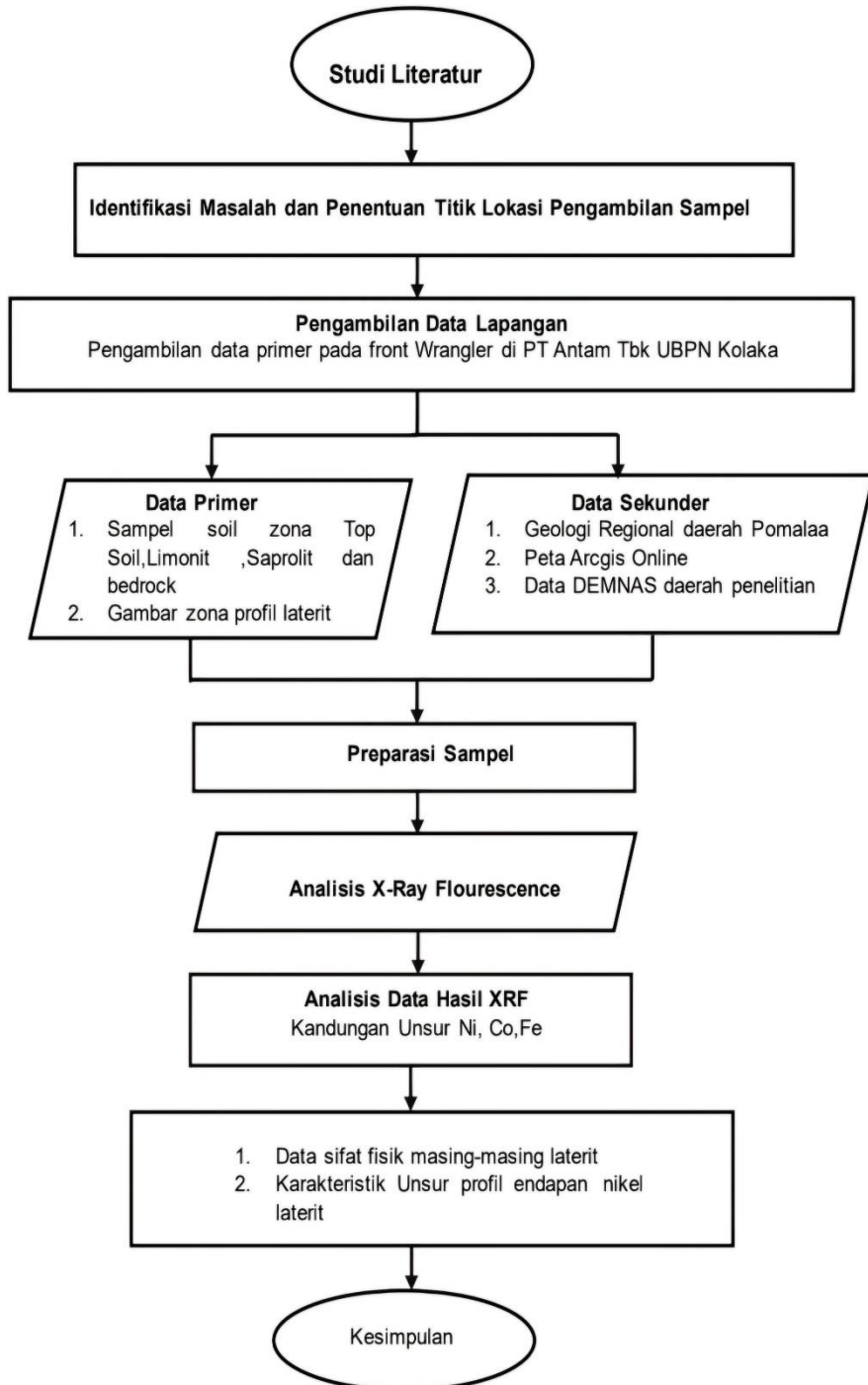
dimasukkan ke dalam plastik sampel yang sudah diberi label, sebelum sampel dianalisis di Lab Instrumen, sampel dimasukkan ke wadah press dengan diameter 4 cm dan dimasukkan ke mesin press pellet dengan kekuatan tekanan ± 40 ton, hasil dari sampel press dimasukkan ke oven untuk dihilangkan kadar airnya dengan selama 15 menit dengan suhu 105°C . Letakkan sampel ke dalam mesin X-Ray Fluorescence Spectrometry type MagiX Fast agar diketahui hasil analisa dari kadar tiap soil laterite.

2.4 Analisis XRF

Analisis XRF (X-Ray Fluorescence) dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur yang terkandung pada singkapan batuan dan sampel soil laterite pada daerah penelitian dalam nilai % (persentase). Setelah didapatkan hasil berbentuk data assay kimia selanjutnya dibuat dalam bentuk tabel penampang profil laterit untuk tiap titik stasiun agar teridentifikasi lapisan dari profil laterit pada Front Wrangler dan Front Rubicon.

2.5 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini merupakan proses penelitian yang akan dilalui oleh penulis sehingga dapat mengumpulkan data yang diperlukan dalam sebuah penelitian. Adapun gambaran dan langkah-langkah yang akan dilewati oleh peneliti seperti gambar 8.



Gambar 8. Diagram Alir Penelitian