

SKRIPSI

**KELIMPAHAN UNSUR KOBALT (Co) PADA ENDAPAN
LATERIT BLOK “X” PT SEBUKU IRON LATERITIC ORES,
KECAMATAN PULAU SEBUKU, KABUPATEN
KOTABARU, PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**

Disusun dan diajukan oleh

**AXEL C. G. SUMULE
D061 19 1101**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**



SKRIPSI**KELIMPAHAN UNSUR KOBALT (Co) PADA ENDAPAN
LATERIT BLOK “X” PT SEBUKU IRON LATERITIC ORES,
KECAMATAN PULAU SEBUKU, KABUPATEN
KOTABARU, PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**

Disusun dan diajukan oleh

**AXEL C. G. SUMULE
D061 19 1101**

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik Strata Satu (S1) pada Departemen Teknik Geologi
Fakultas Teknik Universitas
Hasanuddin.*

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

KELIMPAHAN UNSUR KOBALT (Co) PADA ENDAPAN LATERIT BLOK "X" PT SEBUKU IRON LATERITIC ORES KECAMATAN PULAU SEBUKU, KABUPATEN KOTABARU, PROVINSI KALIMANTAN SELATAN

Disusun dan Diajukan Oleh

AXEL C. G. SUMULE

D061191101

Telah Di Pertahankan Dihadapan Panitia Ujian Yang Dibentuk Dalam Rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Teknik Geologi
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada Tanggal 23 Februari 2024
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

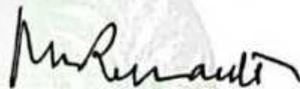
Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr. Sultan, S.T., M.T.
NIP. 19700705 199702 1 002

Pembimbing Pendamping

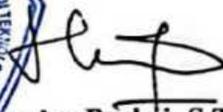


Dr. Ir. Musri Ma'waleda, M.T.
NIP. 19611231 198903 1 019

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Geologi
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin




Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T., M.Eng.
NIP. 19771214 200501 1 002



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Axel C. G. Sumule
NIM : D061 19 1101
Program Studi : Teknik Geologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya yang berjudul

***“Kelimpahan Unsur Kobalt (Co) Pada Endapan Laterit Blok “X” PT
Sebuku Iron Lateritic Ores, kecamatan Pulau Sebuku, Kabupaten
Kotabaru, Provinsi Kalimantan Selatan”***

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa tulisan yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya sayasendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari DosenPembimbing

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa Sebagian atau keseluruhan dari tugas akhir ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, Januari 2024

Menyatakan

Axel C. G. Sumule
NIM. D061 19 1101



ABSTRAK

AXEL C. G. SUMULE. *Kelimpahan Unsur Kobalt (Co) Pada Endapan Laterit Blok "X" PT Sebuku Iron Lateritic Ores, kecamatan Pulau Sebuku, Kabupaten Kotabaru, Provinsi Kalimantan Selatan (dibimbing oleh Dr. Sultan, S.T., M.T. dan Dr. Ir. Musri Ma'waleda, M.T.)*

Daerah penelitian masuk kedalam Wilayah Kerja PT. Sebuku Iron Lateritic Ores, tepatnya pada Pulau Sebuku, Kabupaten Kotabaru, Provinsi Kalimantan Selatan yang merupakan salah satu perusahaan pertambangan produktif di Indonesia yang khususnya memproduksi bijih besi laterit.. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nama batuan secara megaskopis maupun petrografi, mengetahui pengaruh unsur Fe, Si, Mg, dan Ni terhadap Co pada endapan laterit dan untuk mengetahui kelimpahan unsur kobalt (Co) pada daerah penelitian. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis data hasil pengeboran berupa data *XR-F (X-Ray fluorescence spectrometry)* yang memperlihatkan kandungan unsur yang terdapat pada setiap lapisan atau zona (*limonite, saprolite, bedrock*) dari tiap titik bor yang berada pada daerah penelitian kemudian digunakan untuk menentukan ketersediaan unsur Kobalt (Co) pada endapan laterit daerah penelitian. Ada 2 jenis litologi yaitu *Clynopyroxenite*, dan *Serpentinit* dan Kelimpahan Unsur Co terdapat pada zona limonite dan saprolit.

Kata kunci: Sebuku, Endapan laterit, *XR-F*, Litologi batuan, geokimia, Unsur Kobalt (Co)



ABSTRACT

AXEL C. G. SUMULE. *Abundance of Cobalt (Co) Elements in Block "X" Laterite Deposits PT Sebuku Iron Lateritic Ores, Sebuku Island District, Kotabaru Regency, South Kalimantan Province (supervised by Dr. Sultan, S.T., M.T. and Dr. Ir. Musri Ma'waleda, M.T..)*

The research area is included in the PT Work Area. Sebuku Iron Lateritic Ores, precisely on Sebuku Island, Kotabaru Regency, South Kalimantan Province, which is one of the productive mining companies in Indonesia which specifically produces laterite iron ore. The aim of this research is to find out the name of the rock megascopically and petrographically, to find out the influence the elements Fe, Si, Mg, and Ni against Cobalt (Co) in laterite deposits and to determine the abundance of the element Cobalt (Co) in the research area. This research was carried out by analyzing drilling data in the form of XR-F (*X-Ray fluorescence spectrometry*) data which shows the elemental content found in each layer or zone (limonite, saprolite, bedrock) from each drill point in the research area and then used to determine the abundance of the element Cobalt (Co) in laterite deposits in the study area. There are 2 types of lithology, namely *Clynopyroxenite*, and Serpentinite, and the abundance of Co elements are found in the limonite and saprolite zones.

Keywords: Sebuku, Laterite deposits, XR-F, Rock lithology, geochemistry, Cobalt (Co)



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya, sehingga Skripsi yang berjudul “**Kelimpahan Unsur Kobalt (Co) Pada Endapan Laterit Blok “X” PT Sebuku Iron Lateritic Ores, kecamatan Pulau Sebuku, Kabupaten Kotabaru, Provinsi Kalimantan Selatan**” dapat berjalan lancar dan selesai dengan bantuan-Nya.

Skripsi ini dibuat saat melakukan penelitian pada PT. Sebuku Iron Lateritic Ores. Penyusunan skripsi ini tak lepas dari bantuan berbagai pihak. Maka penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak **Dr. Sultan, S.T., M.T.** selaku Dosen Pembimbing dari penulis yang telah memberikan waktu dan bimbingan kepada penulis.
2. Bapak **Dr. Ir. Musri Ma’waleda, M.T.** selaku Dosen Pembimbing dari penulis yang telah memberikan waktu dan bimbingan kepada penulis.
3. Bapak **Prof. Dr. Adi Tonggiroh, S.T., M.T.** dan Bapak **Baso Rezki Maulana, S.T., M.T.** sebagai dosen penguji yang telah sabar dalam memberikan arahan dan masukan. Semoga selalu dilancarkan dan dimudahkan urusan – urusan Bapak yang akan datang.
4. Bapak **Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T., M.Eng.** selaku Ketua Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
5. Bapak **Dody Setiawan** Head of Geodev Department PT. Sebuku Iron Lateritic Ores, telah memberikan kesempatan untuk melakukan magang dan pengambilan data serta memberikan motivasi kepada penulis.
6. Bapak **Andi Cahyadi & Bapak Wisnu** Head Project of Laterit PT. Sebuku Iron Lateritic, sebagai pembimbing lapangan yang telah mengarahkan penulis dari pengambilan data hingga penyusunan laporan.
7. **Mas dan Mbak (Geos, Geophysic, Operator) di Geodev Department PT. Sebuku Iron Lateritic Ores** yang tidak bisa sebutkan satu persatu.
8. **Mas dan Mbak Persekutuan Doa Oikumene PT. Sebuku Iron Lateritic**



; yang selalu memberikan kehangatan dan kesempatan luar biasa dalam kukan pelayanan bersama selama melakukan kegiatan magang.

in Magang saudara **Rayhan Zainuddin (Geologi UNPAD’19)** yang telah

banyak membantu penulis dalam penyusunan laporan.

10. **Kedua Orangtua** saya yang selalu memberikan dukungan serta doa dan motivasi selama melakukan penelitian sehingga saya dapat sampai pada titik saat ini.
11. **Bapak dan Ibu Dosen dan staf Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin** yang telah banyak membantu.
12. Warga **Himpunan Mahasiswa Geologi FT-UH**, khususnya Teman angkatan **Jaeger - Teknik Geologi 2019**. Teman seperjuangan dalam segala medan yang telah menemani dan memberikan dukungan kepadapenulis.
13. **Seluruh Pihak** yang telah membantu penulis dalam penyelesaian

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis sadar bahwa masih banyak terdapat kesalahan serta kekeliruan didalamnya. Maka penulis sangat mengharapkan kritik, saran dan masukan yang membangun terhadap skripsi ini. Akhir kata semoga proposal ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun bagi semua pihak yang berkepentingan lainnya.

Gowa, Januari 2024

Penulis



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Ruang Lingkup	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Geologi Regional.....	4
2.1.1. Fisiografi Regional	4
2.1.2. Geomorfologi Regional.....	4
2.1.2.1. Satuan Geomorfologi Pedataran.....	4
2.1.2.2. Satuan Geomorfologi Perbukitan	5
2.1.3. Stratigrafi Regional	5
2.1.3.1. Batuan Ultramafik (Mub).....	6
2.1.3.2. Formasi Pitap (Ksp)	6
2.1.3.3. Formasi Haruyan (Kvh)	7
2.1.3.4. Formasi Tanjung (Tet).....	7
2.1.3.5. Endapan Aluvium (Qa).....	7
2.1.4. Tektonik Regional	7
2.2. Endapan Laterit	11
2.2.1. Nikel Laterit	14
2.2.1.1. Definisi dan Tipe Endapan Nikel Laterit.....	14
2.2.1.2. Genesa Endapan Laterit	14
2.2.2. Besi Laterit	15
2.3. Faktor Pembentukan Profil Laterit	17
2.4. Batuan Ultramafik	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1. Tahap Persiapan... ..	21
3.2. Tahap Pengumpulan Data	21
3.3. Tahap Pengolahan Data.....	22
3.3.1. Petrografi	22
3.3.2. <i>X-Ray Fluorence (X-RF)</i>	22
3.3.3. Interpretasi Data	22
3.3.4. Penyusunan laporan.....	22
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
Geologi Daerah Penelitian	24
Profil Pelapukan	26



4.3.	Karakteristik Batuan Dasar.	27
4.3.1	Bottom Core AX-343.....	28
4.3.2	Bottom Core AX-444.....	29
4.3.3	Bottom Core AX-471.....	30
4.3.4	Bottom Core AX-334.....	31
4.4.	Geokimia Titik Pengeboran.	32
4.5.	Profil Geokimia Laterit.	37
4.6.	Distribusi Pergerakan Elemen.....	42
4.7.	Kelimpahan Kobalt pada Blok “X”.....	44
	BAB V KESIMPULAN	45
	DAFTAR PUSTAKA	
	LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Peta Geologi Regional Pulau Sebuku, Lembar Kotabaru, Kalimantan Selatan (Rustandi, dkk, 1995)	6
Gambar 2 Komponen utama kompleks akresi-kolisi Kapur (Wakita, 2000)	8
Gambar 3 Kerangka tektonik Kalimantan (Satyana dkk, 1999)	10
Gambar 4 Penampang melintang Kalimantan-Sulawesi (Div. Eksplorasi PT. SILO, 2013).	10
Gambar 5 Ilustrasi profil zona laterit pada batuan ultramafik (Elias, 2005).....	11
Gambar 6 Penampang laterit hasil pelapukan (Ahmad, 2002)	14
Gambar 7 Klasifikasi batuan beku ultrabasa Streckeisen 1976 (Maitre, et.al, 2002).	20
Gambar 8 Diagram Alir Metode dan Tahapan Penelitian	23
Gambar 9 Peta kenampakan foto udara Blok “X”, Pulau Sebuku, Kalimantan Selatan ...	24
Gambar 10 Peta Bentuklahan Pulau Sebuku (Suwarsono dkk., 2005). Persegi merah mewakili letak daerah penelitian terhadap peta yang diacu.	25
Gambar 11 Peta geologi lokal Pulau Sebuku oleh Divisi Eksplorasi SILO (Cahyadi dkk, 2017)..	25
Gambar 12 Salah satu kenampakan profil endapan laterit pada lapangan blok “ X ”, dan Sekitarnya, Pulau Sebuku. Lingkaran putih merupakan Mn <i>spot</i> ...	26
Gambar 13 Peta jenis batuan dasar berdasarkan data pengeboran Blok "X", dan sekitarnya, Pulau Sebuku	27
Gambar 14 Kenampakan Megaskopis batuan dasar pada titik pengeboran AX-343.....	28
Gambar 15 Kenampakan Mikroskopis batuan dasar pada titik pengeboran AX-343.....	28
Gambar 16 Kenampakan Megaskopis batuan dasar pada titik pengeboran AX-444	29
Gambar 17 Kenampakan Mikroskopis batuan dasar pada titik pengeboran AX-444.....	29
Gambar 18 Kenampakan Megaskopis batuan dasar pada titik pengeboran AX-471	30
Gambar 19 Kenampakan Mikroskopis batuan dasar pada titik pengeboran AX-471.....	30
Gambar 20 Kenampakan Megaskopis batuan dasar pada titik pengeboran AX-334	31
Gambar 21 Kenampakan Mikroskopis batuan dasar pada titik pengeboran AX-334.....	31
Gambar 22 Ternary Diagram yang membandingkan unsur Co dengan unsur lainnya pada titik pengeboran untuk menemukan kecenderungan dari unsur-unsur terkait 33	
Gambar 23 Grafik perbandingan Kadar Ni dan Co dengan unsur lain	34
Gambar 24 Nilai Co Pada Profil Laterit.....	36
Gambar 25 Profil Geokimia Laterit titik pengeboran AX-444.....	38



6 Perbandingan profil laterit titik pengeboran AX-444 dengan grafik analisis geokimia kandungan unsur mayor (Fe, Si, Mg, Al) unsur minor (Ni, Co, Cr, Al, Mn dan Ti).	39
7 Distribusi Pergerakan elemen Fe, Al, dan Si terhadap Mg pada endapan laterit. Warna merah (<i>limonit</i>), hijau (<i>saprolite</i>), biru (<i>bedrock</i>).	42

Gambar 28 Distribusi Pergerakan elemen Ni dan Co terhadap Mg. Warna merah
(*limonit*), hijau (*saprolite*), biru (*bedrock*)..... 43



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Titik pengeboran dengan nilai LOI dan titik pengeboran dengan nilai LOI yang rendah pada batuan dasar.....	32
Tabel 2 Deskripsi umum dari tiap zona lapisan pada endapan laterit blok "X" daerah penelitian.....	41
Tabel 3 Tingkatan <i>grade</i> pada bijih ekonomis Fe, Co, dan Ni menurut arahan kerja PT. Sebuku Iron Lateritic Ores (2021).	44



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Negara Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumberdaya alam baik kekayaan alam mineral tambang maupun non tambang. Kekayaan alam ini harus dikelola dan dimanfaatkan sebaik dan seefisien mungkin. Kegiatan eksplorasi merupakan salah satu tahapan yang perlu dilakukan dalam mencari sumberdaya yang memiliki nilai ekonomis aspek, yaitu aspek teknis dan aspek ekonomis. Kedua aspek tersebut merupakan langkah awal untuk mengevaluasi kegiatan eksplorasi, apakah sumberdaya laterit tersebut layak atau tidak secara ekonomis untuk ditambang.

Salah satu produk dari pertambangan khususnya adalah endapan laterit hasil dari pelapukan batuan ultramafik. Batuan ultramafik merupakan komponen utama penyusun dari mantel bumi. Dalam dunia pertambangan, keterdapat batuan ultramafik menjadi kajian yang sangat menarik, karena batuan ultramafik merupakan sumber dari beberapa mineral bijih, seperti kobalt (Co), kromit (Cr), nikel (Ni), magnetit, dan bijih besi laterit (Fe) (Kadariusman, 2009). Pembentukan mineral-mineral tersebut dapat melalui proses magmatisme (penlandit, pirhotit, kromit), hidrotermal (penlandit, magnetit, pirit, kalkopirit), dan proses pelapukan (kobalt, besi, nikel laterit) (Craig & Kullurud, 2009). Hingga saat ini, endapan laterit menghasilkan komoditas logam Co, Ni, Fe dan Cr yang digunakan sebagai komponen paduan pabrikasi baja tahan karat secara global. Logam-logam tersebut diproduksi dari bijih yang berasosiasi dengan batuan ultramafik.

Pulau Sebuku, Kalimantan Selatan tersusun atas batuan mafik-ultramafik yang juga merupakan salah satu penghasil endapan laterit di Indonesia berada dibawah konsesi PT. Sebuku Iron Lateritic Ores. . Pada pulau sebuku terdapat besi laterit dengan karakteristik berbeda dengan laterit di tempat lain. Laterit di Pulau Sebuku memiliki kandungan nikel yang rendah namun dengan kandungan besi yang tinggi (Cahyadi dkk., 2017). Kebutuhan dan permintaan hasil tambang n ke tahun semakin meningkat. Keadaan ini harus diimbangi dengan i dan penemuan cadangan logam yang baru.



Pada daerah penelitian yang merupakan pertambangan biji besi, dijumpai kandungan unsur Kobalt (Co) yang cukup signifikan pada endapan lateritnya. Menurut Hariri, 2004; Heggie, 2013; Kumar dan Maiti, 2013, Kobalt (Co), Nikel (Ni) dan Besi (Fe) merupakan salah satu jenis logam ekonomis yang berkorelasi dengan batuan ultramafik. Berdasarkan hal tersebutlah yang melatarbelakangi dilakukan penelitian ini.

Dalam hal ini, penulis melakukan penelitian **“Kelimpahan Unsur Kobalt (Co) Pada Endapan Laterit Blok “X” PT Sebuku Iron Lateritic Ores, kecamatan Pulau Sebuku, Kabupaten Kotabaru, Provinsi Kalimantan Selatan”** yang merupakan perusahaan pertambangan laterit yang cukup besar di Kabupaten Kotabaru, Provinsi Kalimantan Selatan. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi referensi dalam eksplorasi lanjutan pada perusahaan tersebut, serta dapat memberikan ilmu yang bermanfaat bagi pembaca laporan penelitian ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas dapat dirumuskan masalah dalam penelitian kali iniyaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana kelimpahan unsur Kobalt (Co) pada endapan laterit di daerah penelitian
2. Bagaimana hubungan batuan dasar terhadap kadar unsur Kobalt (Co).

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian kali ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh unsur-unsur Fe, Si, Mg, dan Ni terhadap Co pada endapan laterit daerah penelitian
2. Mengetahui ketersediaan unsur Co pada daerah penelitian

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai bahan referensi untuk ui kondisi-kondisi geologi pada daerah penelitian serta sebagai acuan perencanaan eksplorasi bahan tambang serta memberikan ilmu bagi para 1ya.



1.5 Ruang Lingkup

Adapun untuk Ruang lingkup dari kegiatan penelitian ini yaitu :

1. Waktu kegiatan penelitian ini pada bulan Juni 2023 – September 2023 dan disesuaikan dengan kebijakan perusahaan.
2. Kegiatan penelitian ini dilakukan pada PT. Sebuku Iron Lateritic Ores, Kabupaten Kotabaru Provinsi Kalimantan Selatan, terkhusus pada luas area yang diberikan izin oleh Perusahaan.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional

2.1.1 Fisiografi Regional

Secara geografis posisi Pulau Sebuku terletak antara $4^{\circ} 9' 27'' - 4^{\circ} 5' 35''$ LU dan $117^{\circ} 31' 39'' - 117^{\circ} 35' 55''$ BT. Geologi Pulau Sebuku masuk dalam Peta Geologi Regional Lembar Kotabaru. Secara fisiografis, lembar Kotabaru termasuk dalam Anak Cekungan Asam-asam dan anak Cekungan Pasir (Rustandi dkk., 1995).

Lembar Kotabaru termasuk ke dalam Anak Cekungan Asam-Asam dan Anak Cekungan Pasir. Anak Cekungan Asam-Asam termasuk ke dalam Cekungan Barito, sedangkan Anak Cekungan Pasir termasuk ke dalam Cekungan Kutai. Cekungan Barito dengan Anak Cekungan Asam-Asam dipisahkan oleh Pegunungan Meratus dan dengan Anak Cekungan Pasir dipisahkan oleh Pegunungan Kukusan. Kedua anak cekungan tersebut, pada bagian Barat dibatasi oleh Pegunungan Meratus, Timur oleh Tinggian Pulau Laut, Selatan oleh Laut Jawa, dan Utara oleh Tinggian Lintang Paternosfer. (Rustandi, dkk., 1995).

2.1.2 Geomorfologi Regional

Nurhakim, dkk (2011) menjelaskan bahwa morfologi yang berkembang di Pulau Sebuku dapat dibagi menjadi 2 satuan, yaitu Satuan morfologi Pedataran, dan Satuan morfologi Perbukitan.

2.1.2.1 Satuan Geomorfologi Pedataran

Satuan Geomorfologi Pedataran tersebar hampir di seluruh daerah penelitian. Penyebarannya terdapat di sepanjang pantai. Elevasi satuan ini kurang dari 50 mdpl, dengan titik terendah 0 mdpl merupakan garis pantai. Kemiringan medan pada satuan morfologi ini maksimum 11% atau sudut lereng tidak lebih dari

a umum, satuan morfologi dataran ini masih dapat dipisahkan menjadi orfologi dataran kering bergelombang dan dataran berair. Pola aliran numnya subdendritik, ber-meander dan merupakan sungai permanen.



Bentang alam dataran ini disusun oleh beraneka ragam batuan, yakni material lepas berukuran lempung hingga kerikil, serta batuan setengah padu dan batuan padu yang terdiri atas batupasir kuarsa, batulempung dan konglomerat.

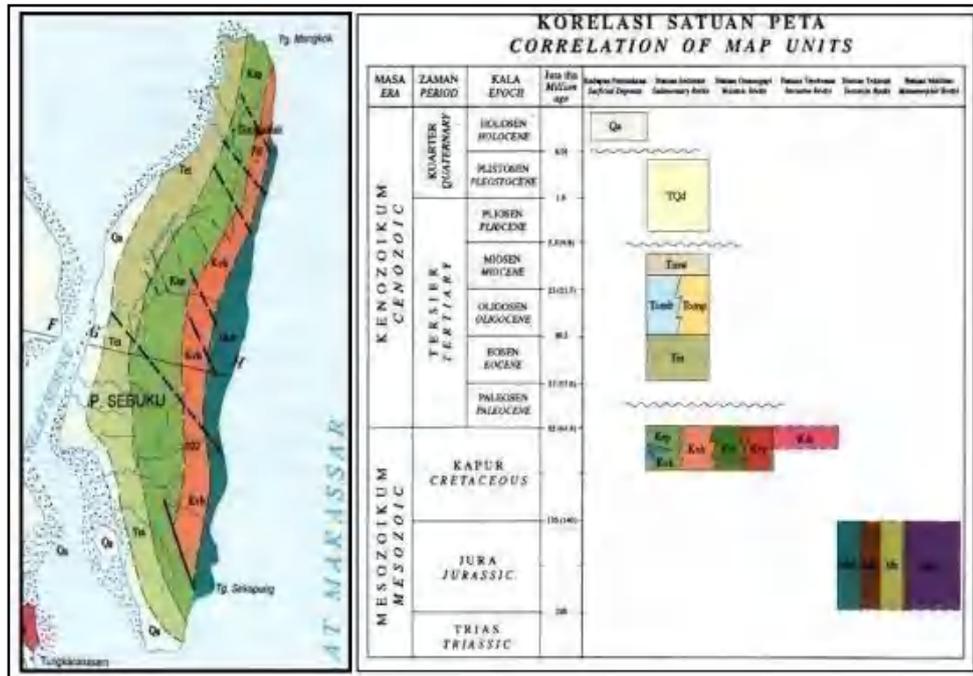
2.1.2.2 Satuan Geomorfologi Perbukitan

Satuan Morfologi perbukitan dengan arah sebaran relatif utara-selatan terdapat di bagian selatan daerah penelitian. Secara umum satuan perbukitan menempati ketinggian antara 50 mdpl hingga 150 mdpl dengan kemiringan lereng lebih dari 11%. Sungai-sungai di satuan morfologi ini sebagian bersifat musiman yang hanya berair di musim penghujan, sedangkan pada musim kemarau menjadi kering. Pola aliran sungai berbentuk. Pola subdendritik-dendritik, yang dikontrol oleh kemiringan topografi serta homogenitas jenis batuan penyusunnya, yaitu berupa batuan-batuan padu yang berumur tua dari Jura hingga Tersier, antara lain batupasir, lava basal, gabro, dan basal. Batuan-batuan ini pada bagian permukaannya telah mengalami pelapukan kuat dan pada singkapan batuan segar terdapat banyak kekar-kekar terbuka yang dapat meluluskan air.

2.1.3 Stratigrafi Regional

Stratigrafi Regional Pulau Sebuku, lembar Kota Baru, Kalimantan Selatan menurut Rustandi, dkk (1995) secara umum terbagi menjadi 4 formasi yaitu Batuan Ultramafik, Formasi Pitap, Formasi Haruyan, Formasi Tanjung, dan Endapan Aluvium.





Gambar 1 Peta Geologi Regional Pulau Sebuk, Lembar Kotabaru, Kalimantan Selatan (Rustandi, dkk, 1995)

2.1.3.1 Batuan Ultramafik (Mub)

Batuan ultramafik adalah batuan tertua yang terbentuk saat Zaman Jura. Batuan ini terdiri dari harzburgit, dunit, dan piroksenit yang telah mengalami serpentinisasi, gabro, dan basal. Batuan ini tersingkap sangat luas dari utara hingga selatan bagian timur pulau (Rustandi dkk., 1986 dalam U.R Irfan 2015). Mikrodiorit berukuran 1-2 m dijumpai dengan arah N 290° E. Satuan batuan ultramafik bersentuhan secara tektonik dengan satuan di sekitarnya (Rustandi dkk., 1986).

2.1.3.2 Formasi Pitap (Ksp)

Formasi yang berumur Kapur Akhir ini terendapkan di lingkungan laut dangkal. Diendapkan secara tidak selaras di atas batuan ultramafik (Mub) dan menjemari dengan Formasi Haruyan. Litologinya terdiri atas perselingan konglomerat, batupasir wake, batulanau bersisipan dengan batugamping, breksi polimik, batulempung, konglomerat, dan basalt. Konglomerat umumnya berlapis niponennya terdiri atas basalt, batulempung, batuan ultramafik, rijang, ring, gabro, dan diabas yang menghalus ke arah atas. Ketebalan formasi diperkirakan 1000 – 1500 meter (Nurhakim dkk., 2011).



2.1.3.3 Formasi Haruyan (Kvh)

Formasi Haruyan berumur Kapur Akhir dengan ketebalannya mencapai 1.250 m dan menjemari dengan Formasi Pitap. Adapun penyebarannya terutama ditemukandi daerah perbukitan. Memiliki litologi yang terdiri dari lava basalt, breksi polimik,dan tuf. Komponen breksi terdiri dari basalt, rijang, batulanau, dan greywacke (Rustandi dkk., 1986 , Nurhakim dkk., 2011)

2.1.3.4 Formasi Tanjung (Tet)

Formasi Tanjung berumur Eosen dan diendapkan secara tidak selaras di atas batuan-batuan yang berumur Kapur (Formasi Pitap dan Formasi Haruyan). Formasi ini diendapkan di lingkungan fluvial di bagian bawah dan beralih ke delta di bagian atas dengan perkiraan ketebalan 1.500 meter. Litologinya terdiri dari perselingan konglomerat dan batupasir, batulempung dengan sisipan serpih, batubara, dan batugamping. Setempat dijumpai singkapan batugamping dengan foraminifera besar. Formasi ini tersingkap di bagian selatan-barat pulau (Rustandi dkk., 1986 ; Nurhakim dkk., 2011).

2.1.3.5 Endapan Aluvium (Qa)

Endapan ini merupakan hasil erosi dari batuan-batuan lebih tua yang prosesnya masih berlangsung hingga masa kini. Endapan Aluvium banyak terdapat sebagai endapan rawa, sungai, dan pantai yang tersebar di sepanjang barat Pulau Sebuku. Endapan yang berumur paling muda ini terdiri atas kerakal, kerikil, pasir, lanau, lempung, dan lumpur (Nurhakim dkk., 2011).

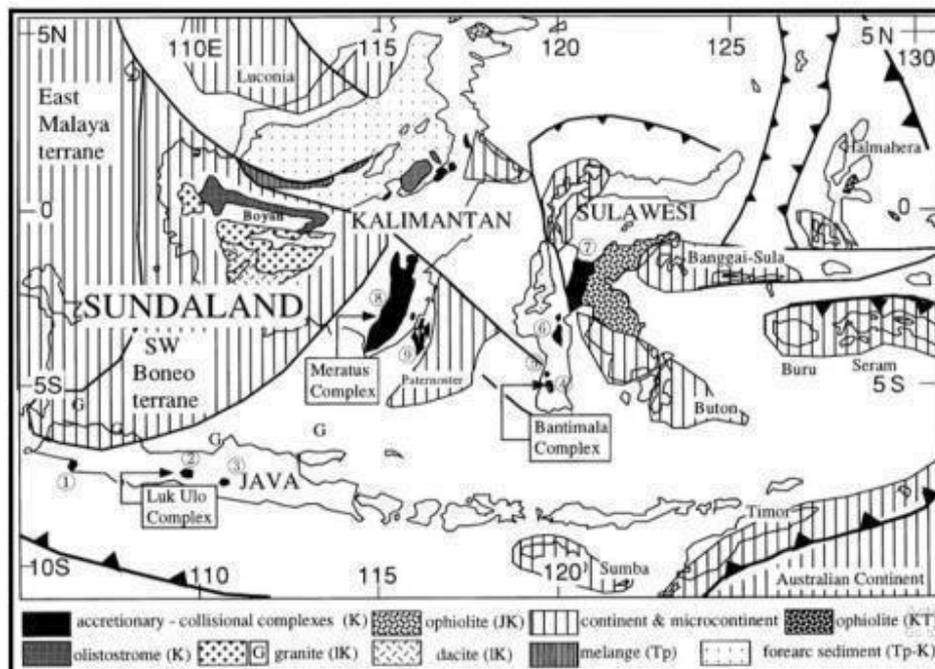
2.1.4 Tektonik Regional

Menurut van Bemmelen (1949), berdasarkan strukturnya Kalimantan dapat dibagi menjadi 3 zona, yaitu zona barat laut – barat dan sentral, zona tenggara serta zona timur laut-utara.

Zona tenggara sendiri terdiri atas Pegunungan Meratus, Pulau Laut, dan Antiklinorium Samarinda. Wakita dkk (1998) menyebut basement daerah



Meratus terdiri atas batuan metamorf tekanan tinggi (Sekis Hauran dan ihari), batuan ultramafik (Ofiolit Meratus), dan batuan bancuh yang ng, batugamping, dan basalt di dalam matriks lempung. Rentang umur Meratus Kompleks yaitu dari mulai Jura-Kapur Akhir (Wakita, 2000).



Gambar 2 Komponen utama kompleks akresi-kolisi Kapur (Wakita, 2000).

Kegiatan tektonik Pulau Laut dan Pulau Sebuku (Rustandi dkk (1995)) diduga telah berlangsung sejak jaman Jura, yang menyebabkan bercampurnya batuan ultramafik, batuan banchuh, batuan malihan, dan rijang radiolarian.

Pada zaman Kapur Awal atau mungkin lebih tua, terjadi kegiatan magmatisme. Magma ini menerobos batuan yang dihasilkan pada zaman Jura.

Semua batuan tersebut merupakan alas Formasi Pitap dan anggotanya yang berumur Kapur Awal bagian atas. Pada Kapur Akhir bagian bawah terjadi kegiatan tektonik yang menyebabkan tersesarkannya batuan ultramafik ke atas Formasi Pitap.

Pada Kapur Akhir bagian atas terjadi genang laut, sementara itu terjadi pula kegiatan vulkanik yang menghasilkan endapan Formasi Manunggal fasies sedimen dan fasies vulkanik. Pada awal Paleosen terjadi pengangkatan yang kemudian diikuti oleh pendataran sampai Eosen dan menghasilkan Formasi.

Tanjung bagian bawah. Kemudian diikuti kembali genang laut yang menghasilkan Formasi Tanjung bagian atas. Pada Kala Oligosen genang laut puncaknya dan terbentuklah paparan karbonat yang sangat luas sehingga Formasi Berai yang menutupi seluruh batuan yang lebih tua. Kegiatan pengendapan klastika yang menyusun Formasi Pamaluan (Rustandi



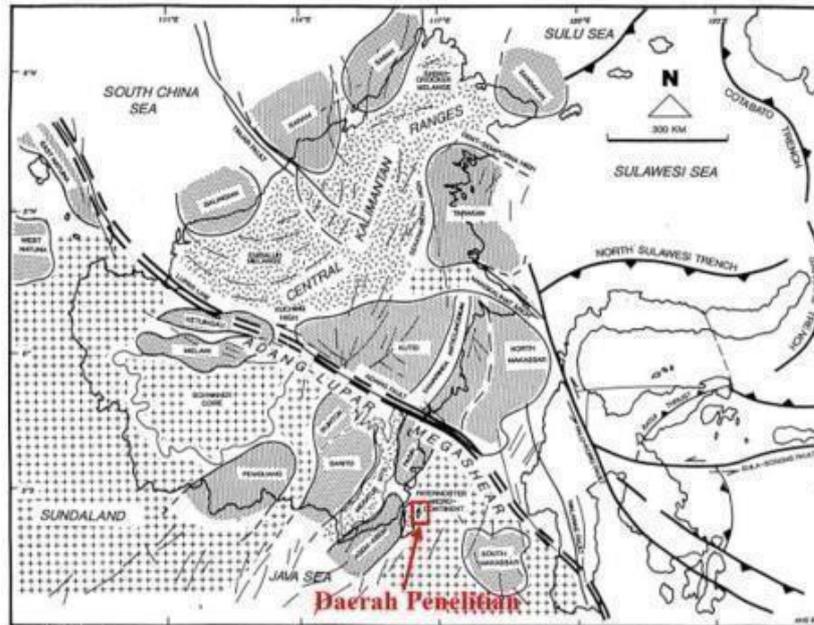
dkk, 1995).

Paparan laut berkembang sampai Miosen Awal, kemudian terjadi susut laut pada Miosen Tengah dan terbentuklah endapan darat yang menyusun Formasi Warukin. Pada Miosen Akhir, terjadi lagi kegiatan tektonik yang kuat yang menyebabkan batuan tua terangkat ke permukaan, membentuk Tinggian Meratus yang memisahkan Cekungan Barito dan Pasir serta berbagai anak cekungan. Pada Plio-Plistosen berlangsung lagi pendataran dan terbentuklah Formasi Dahor (Rustandi dkk, 1995).

Rustandi dkk (1995) mengatakan struktur geologi yang berkembang di Pulau Laut dan Pulau Sebuku umumnya berupa sesar dan lipatan.

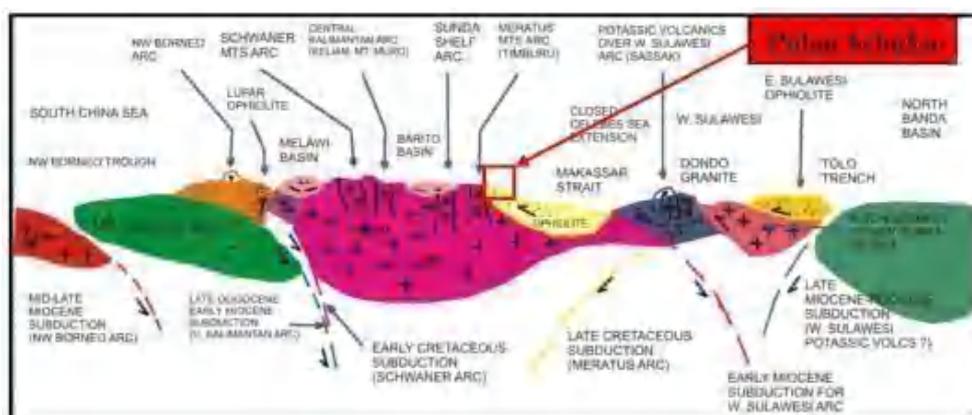
Sesar naik umumnya berarah hampir utara-selatan, sedangkan sesar geser memiliki orientasi hampir barat-timur, dan sesar turun memiliki arah relatif utara-selatan. Arah sumbulipatan dalam batuan sedimen Pra-Tersier maupun Tersier, umumnya memiliki arah timur laut-barat daya atau hampir utara-selatan. Perlipatan pada batuan Pra- Tersier memiliki kemiringan sekitar 40° - 70° , dengan sudut terkecilnya sekitar 25° . Sedangkan perlipatan pada batuan Tersier memiliki kemiringan sekitar 10° - 20° . Sesar naik berarah timur laut-barat daya yang searah dengan sumbu lipatan, dengan kemiringan 45° ke arah barat mengangkat batuan tua naik ke atas Formasi Pitap, yang diduga terjadi pada Kapur Atas. Sesar naik yang lebih muda mengakibatkan tersesarkannya Formasi Pitap ke atas Formasi Pamaluan, yang diduga terjadi lebih tua dari Miosen. Kemudian, sesar turun berarah hampir utara-selatan, dengan bagian timurnya relatif lebih naik daripada bagian barat, membuat tersingkapnya batuanbatuan bancuh yang ada di bawah (Gambar 2).





Gambar 3 Kerangka tektonik Kalimantan (Satyana dkk, 1999)

Berdasarkan geologi regional, Pulau Sebuku merupakan daerah anjakan dari ofiolit, yang terjadi akibat adanya gaya deformasi tektonik dari lempeng yang menunjam di sebelah timur Sulawesi yang terjadi pada kala Miosen–Pliosen. Dapat diketahui bahwa struktur utama yang berkembang di daerah ini merupakan strukturstruktur sesar anjukkan (Gambar 2.4) dengan struktur minor berupa sesar geser, sesar naik dan pelipatan (Div. Eksplorasi PT. SILO, 2013). Daerah penelitian berdasarkan peta geologi regional Gambar 3 memiliki kelurusan dengan orientasi baratlaut-tenggara

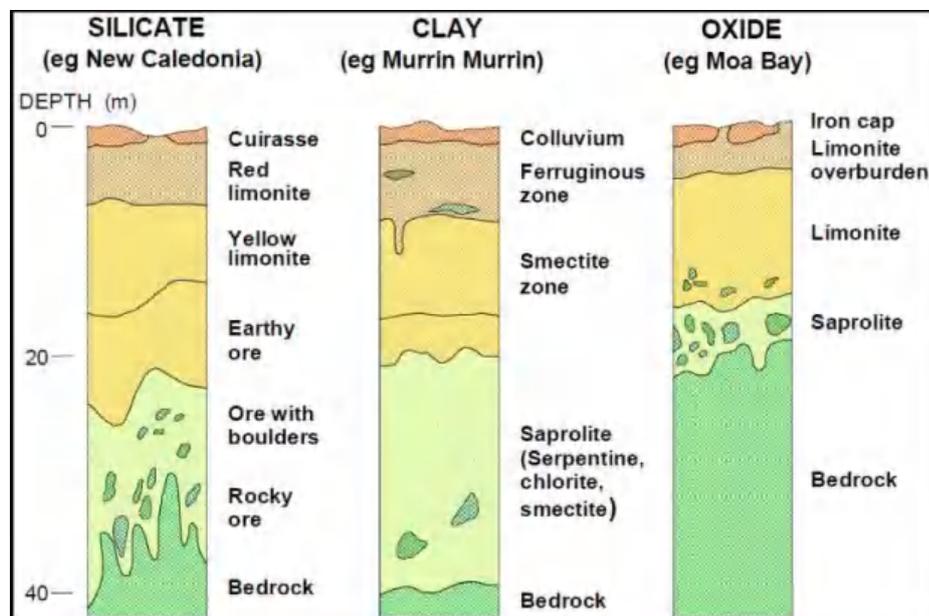


Penampang melintang Kalimantan-Sulawesi (Div. Eksplorasi PT. SILO, 2013).



2.2 Endapan Laterit

Elias (2005) membagi tipe laterit batuan ultramafik menjadi tiga kelompok utama berdasarkan mineralogi dominan penyusunnya (Gambar 5). Laterit silika terbentuk oleh peristiwa tektonik pengangkatan yang lambat dan secara kontinyu, serta muka air tanah yang bertahan pada posisi yang rendah terhadap profil. Jika terjadi dalam kondisi yang lama, maka akan terbentuk zona saprolit yang cukup tebal, dengan kondisi zona limonit yang tipis (Golightly, 1981, dalam Elias, 2005). Gleeson (2003) berpendapat bahwa laterit silika memiliki kandungan Ni rata-rata tertinggi di antara tipe laterit lainnya, yaitu dengan kadar berkisar antara 1,8 – 2,5%.



Gambar 5 Ilustrasi profil zona laterit pada batuan ultramafik (Elias, 2005).

1. Laterit Lempung

Saat terjadi peristiwa dimana pelapukan tidak berjalan cukup intens seperti disebabkan oleh iklim dingin maupun iklim kering, silika tidak mengalami *leaching* seperti yang terjadi pada lingkungan beriklim tropis lembab. Silika yang tidak mengalami *leaching* tersebut bergabung dengan unsur Fe dan Al, membentuk zona yang kaya akan lempung smektit (nontronit). Elias (2005) menjelaskan bahwa sisa-sisa dari silika pembentuk nontronit tersebut terendapkan



nodul opal atau kalsedon dalam lempung. Menurut Golightly (1981), laterit lempung memiliki susunan yang cukup unik, yaitu pada daerah luas topografi yang relatif landai, sehingga menciptakan terbatasnya

pergerakan air tanah. Elias (2005) menjelaskan bahwa umumnya profil laterit lempung ditindih oleh lapisan tipis dengan kandungan Fe-oksida yang kaya pada bagian atasnya, dengan bagian bawah ditemukan lapukan saprolit yang mengandung serpentin dan nontronit.

2. Laterit Oksida

Laterit oksida merupakan hasil yang paling umum terbentuk oleh proses lateritisasi batuan ultramafik. Keterdapatannya air meteorik maupun air tanah membuat mineral-mineral primer terpecah oleh proses hidrolisis yang membuat unsur-unsur dalam batuan lepas sebagai ion dan terlarut oleh air. Mineral-mineral seperti olivin, orthopiroksen, maupun serpentin mengalami proses hidrolisis yang membentuk pseudomorph goethit.

Menurut Elias (1998), ketiga jenis laterit tersebut terbentuk akibat iklim dan aktivitas tektonik. Iklim yang tropis akan cenderung membentuk laterit silika dan oksida, sedangkan iklim yang kering atau dingin akan cenderung membentuk laterit lempung. Faktor aktivitas tektonik yang lebih stabil akan membentuk laterit oksida dan lempung, sedangkan pengangkatan yang berjalan lambat dan terus menerus cenderung membentuk laterit silikat. Laterit dengan kadar Fe tertinggi umumnya ditemui pada tipe laterit oksida.

Secara umum Lapisan-lapisan pada profil laterit dari endapan nikel laterit dibedakan menjadi beberapa zona menurut Ahmad (2006).

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 sangat rendah dan di permukaan atas dijumpai lapisan *iron capping* yang mempunyai ketebalan berkisar antara 1– 12 meter, merupakan kumpulan massa *goethite* dan *limonite*. *Iron capping* mempunyai kadar besi yang tinggi namun mempunyai kadar nikel yang rendah. Terkadang terdapat mineral-mineral hematite, *chromiferous*.



2. Lapisan Limonit berkadar menengah (*Medium Grade Limonit*), Lapisan ini terletak di bawah lapisan tanah penutup, berbutir halus, berwarna merah-coklat atau kuning, agak lunak, berkadar air antara 30%–40%, mengandung kadar Ni 1.5 %, Fe 44 %, MgO 3 %, SiO₂ %, lapisan kaya besi dari tanah

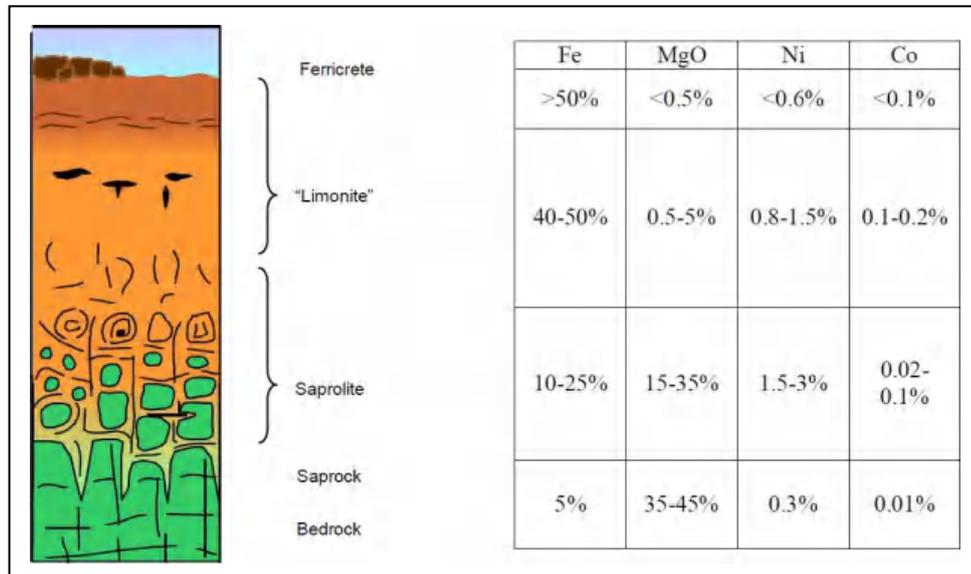
limonit menyelimuti seluruh area dengan ketebalan rata-rata 3 meter. Lapisan ini tipis pada lereng yang terjal, dan setempat hilang karena erosi. Sebagian dari nikel pada zona ini hadir di dalam mineral *manganese oxide*, *lithiophorite*. Terkadang terdapat mineral *talca*, *tremolite*, *chromiferous*, *quartz*, *gibbsite*, *maghemite*. Limonit dibedakan menjadi 2, yaitu: 1) *red limonite* yang biasa disebut hematit dan 2) *yellow limonite* yang disebut *goethite*. Biasanya pada mineral *goethite* nikel berasosiasi dengan Fe dan mengganti unsur Fe sehingga pada zona limonit terjadi pengayaan unsur Ni.

3. Lapisan Bijih (*Saprolite*), Lapisan ini merupakan hasil pelapukan batuan dasar (*bedrock*), berwarna kuning kecokelatan agak kemerahan, terletak di bagian bawah dari lapisan limonit berkadar menengah, dengan ketebalan rata-rata 7 meter. Lapisan ini biasa terdiri dari campuran dari sisa-sisa batuan, butiran halus *limonite*, *saprolitic rims*, *vein* dari endapan garnierit, *nickeliferous quartz*, mangan dan pada beberapa kasus terdapat *silica boxwork* yang akan membentuk suatu zona transisi dari *limonite* ke *bed rock*. Terkadang terdapat mineral kuarsa yang mengisi rekahan, mineral-mineral primer yang terlapukkan seperti klorit. Pada lapisan ini juga dijumpai mineral garnierit sebagai hasil proses *leaching* yang biasanya diidentifikasi sebagai *colloidal talca*. Struktur dan tekstur batuan asal masih terlihat. Lapisan ini terdapat bersama batuan yang keras atau rapuh dan sebagian saprolit. Mempunyai komposisi umum yaitu 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*), Lapisan batuan dasar merupakan bagian terbawah dari suatu profil nikel laterit. Lapisan ini merupakan batuan ultrabasa yang tidak atau belum mengalami pelapukan. Blok batuan *bed rock* (batuan dasar) 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 biasanya memperlihatkan



rekahan (frakturisasi) yang kuat, kadang membuka dan terisi oleh mineral garnierit dan silika akibat proses pelindihan. Frakturisasi ini diperkirakan menjadi penyebab adanya suatu gejala yang sering disebut

dengan *root zone* yaitu zona *high grade* Ni, akan tetapi posisinya tersembunyi.



Gambar 6 Penampang laterit hasil pelapukan (Ahmad, 2002)

2.2.1. Nikel Laterit

2.2.1.1. Definisi dan Tipe Endapan Nikel Laterit

Laterit berasal dari bahasa latin yaitu *later*, yang artinya bata (membentuk bongkah - bongkah yang tersusun seperti bata yang berwarna merah bata) (Guilbert dan Park, 1986). Hal ini dikarenakan tanah laterit tersusun oleh fragmen - fragmen batuan yang mengambang di antara matriks, seperti bata di antara semen.

Laterit merupakan produk akhir dari pelapukan dan dalam hal ini dibedakan oleh kehadiran dari Fe (besi) pada bagian atas dan lapisan kaya Al (aluminium) dan bersifat keras dan oksidasi terjadi di atas lapisan kaya silika.

2.2.1.2. Genesa Endapan Nikel Laterit

Proses terbentuknya nikel dimulai dari adanya pelapukan yang intensif pada bedrock . Bedrock ini akan berubah menjadi serpentinit akibat larutan residual dan proses pembekuan magma (proses serpentinisasi) dan akan merubah peridotit (bedrock) menjadi batuan serpentinit. Menurut Golightly (1981) besar unsur Ca, Mg dan Si akan mengalami dekomposisi dan beberapa



terkayakan secara supergen (Ni, Mn, Co, Zn) atau terkayakan secara relatif (Fe, Cr, Al, Ti, S dan Cu).

Air resapan yang mengandung CO₂ (dari udara) meresap kebawah sampai ke permukaan air tanah melindi mineral-mineral primer yang tidak stabil (olivin, piroksin dan serpentin). air meresap secara perlahan sampai mencapai batas limonit zone dan saprolit zone, kemudian mengalir secara lateral. Proses ini menghasilkan Ca dan Mg yang larut disusul dengan Si yang cenderung membentuk koloid dari partikel silika yang sangat halus, sehingga memungkinkan terbentuknya mineral baru melalui pengendapan kembali unsur-unsur tersebut. Semua hasil pelarutan akan turun ke bagian bawah mengisi celah-celah dan pori-pori batuan. Muka air tanah yang berlangsung secara kontinu akan melarutkan unsur-unsur Mg dan Si yang terdapat pada bongkah-bongkah batuan asal di zona saprolit, sehingga memungkinkan penetrasi air tanah yang lebih dalam. zona saprolit dalam hal ini akan semakin bertambah ikatan-ikatan yang mengandung oksida sehingga bongkah-bongkah yang ada dalam zona ini akan terlindi dan ikut bersama-sama dengan aliran air tanah dan sedikit demi sedikit zona saprolit atas akan berubah sifat porositasnya dan akan menjadi zona limonit. Untuk unsur-unsur yang sukar atau tidak mudah larut akan tinggal pada tempatnya dan sisanya akan turun ke bawah bersama larutan sebagai larutan koloid.

Bahan-bahan seperti Fe, Ni dan Co akan membentuk konsentrasi residu dan konsentrasi celah pada zona yang disebut zona saprolit, berwarna coklat kuning kemerahan. Batuan asal ultramafik pada zona ini selanjutnya diimpregnasi oleh Ni melalui larutan yang mengandung Ni sehingga kadar Ni dapat Naik. Dalam hal ini Ni dapat mensubstitusiMg dalam serpentin atau juga mengendap dalam rekahan bersama dengan larutanyang mengandung Mg dan Si sebagai garnierit dan krisopras.

2.2.2. Besi Laterit



Besi dan alumina laterit tidak dapat di pisahkan dari proses pembentukan rit, salah satu produk laterit adalah besi dan almunium. Pada profil laterit zona-zona di antaranya zona limonit. Zona ini menjadi zona lasinya unsur-unsur yang kurang mobile, seperti Fe dan Al. Batuan dasar

dari pembentukan nikel laterit adalah batuan peridotit dan dunit, yang komposisinya berupa mineral olivine dan piroksin. Faktor yang sangat mempengaruhi sangat banyak salah satunya adalah pelapukan kimia. Karena adanya pelapukan kimia maka mineral primer akan terurai dan larut. Faktor lain yang sangat mendukung adalah air tanah, air tanah akan melindi mineral-mineral sampai pada batas antara limonit dan saprolit, faktor lain dapat berupa PH+, topografi dan lain-lain. Endapan besi banyak terkonsentrasi pada zona limonit. Pada zona ini di dominasi oleh Goethit ($\text{Fe}_2\text{O}_3\text{H}_2\text{O}$), Hematit (Fe_2O_3), Magnetit (Fe_3O_4), Maghemite (Fe_2O_3), Lepidocrocite ($\gamma\text{-FeO(OH)}$), Ilmenit (FeTiO_3), Siderit (FeCO_3) dan Marcasite (FeS_2) yang relatif tinggi, dan mineral-mineral hydrous silicates lainnya (mineral lempung). Bijih besi dapat terbentuk secara primer maupun sekunder. Proses pembentukan bijih besi primer berhubungan dengan proses magmatisme berupa gravity settling dari besi dalam batuan dunit, kemudian diikuti dengan proses metamorfisme/metasomatsma yang diakhiri oleh proses hidrotermal akibat terobosan batuan beku dioritik. Jenis cebakan bijih besi primer didominasi magnetit– hematite dan sebagian berasosiasi dengan kromit – garnet, yang terdapat pada batuan dunit berubah dan genes-sekis. Besi yang terbentuk secara sekunder di sebut besi laterit berasosiasi dengan batuan peridotit yang telah mengalami pelapukan. Proses pelapukan berjalan secara intensif karena pengaruh faktor-faktor kemiringan lereng yang relative kecil, air tanah dan cuaca, sehingga menghasilkan tanah laterit yang kadang-kadang masih mengandung bongkahan bijih besi hematite/goetit berukuran kerikil – kerakal. Besi Laterit merupakan jenis cebakan endapan residu yang dihasilkan oleh proses pelapukan yang terjadi pada batuan peridotit/piroksenit dengan melibatkan dekomposisi, pengendapan kembali dan pengumpulan secara kimiawi. Bijih besi tipe laterit umumnya terdapat didaerah puncak perbukitan yang relative landai atau mempunyai kemiringan lereng dibawah 10%, sehingga menjadi salah satu factor utama dimana proses pelapukan secara kimiawi akan berperan lebih besar daripada proses mekanik. Sementara struktur dan karakteristik tanah relative dipengaruhi oleh daya larut mineral dan kondisi



tanah. Adapun profil lengkap tanah laterit tersebut dari bagian atas ke lalah sebagai berikut : zone limonit, zone pelindian (leaching zone) dan olit yang terletak di atas batuan asalnya (ultrabasa).

Zona pelindian yang terdapat diantara zona limonit dan zona saprolit ini hanya terbentuk apabila aliran air tanah berjalan lambat pada saat mencapai kondisi saturasi yang sesuai untuk membentuk endapan bijih. Pengendapan dapat terjadi di suatu daerah beriklim tropis dengan musim kering yang lama. Ketebalan zona ini sangat beragam karena dikendalikan oleh fluktuasi air tanah akibat peralihan musim kemarau dan musim penghujan, rekahan-rekahan dalam zona saprolit dan permeabilitas dalam zona limonit. Derajat serpentinisasi batuan asal peridotit tampaknya mempengaruhi pembentukan zona saprolit, ditunjukkan oleh pembentukan zona saprolit dengan inti batuan sisa yang keras sebagai bentukan dari peridotit/piroksenit yang sedikit terserpentinisasikan, sementara batuan dengan gejala serpentin yang kuat dapat menghasilkan zona saprolit. Fluktuasi air tanah yang kaya CO₂ akan mengakibatkan kontak dengan saprolit batuan asal dan melarutkan mineral mineral yang tidak stabil seperti serpentin dan piroksin. Unsur Mg, Si, dan Ni dari batuan akan larut dan terbawa aliran air tanah dan akan membentuk mineral mineral baru pada saat terjadi proses pengendapan kembali. Unsur-unsur yang tertinggal seperti Fe, Al, Mn, CO, dan Ni dalam zona limonit akan terikat sebagai mineral-mineral oksida/hidroksida diantaranya limonit, hematit, goetit, manganit dan lain-lain. Akibat pengurangan yang sangat besar dari Ni-unsur Mg dan Si tersebut, maka terjadi penyusutan zona saprolit yang masih banyak mengandung bongkah bongkah batuan asal. Sehingga kadar hematit unsur residu di zona laterit bawah akan naik sampai 10 kali untuk membentuk pengayaan Fe₂O₃ hingga mencapai lebih dari 72% dengan spinel-krom relative naik hingga sekitar 5% . Besi laterit terbentuk dari pelapukan mineral utama berupa olivine dan piroksin. Mineral ini merupakan golongan mineral oksida hidroksida non silikat, mineral ini terbentuk dari unsur besi dan oksida atau FeO (ferrous oxides) kemudian mengalami proses oksidasi menjadi Fe₂O₃ lalu mengalami presipitasi atau proses hidroksil menjadi Fe₂O₃H₂O (geotithe). Mineral ini tingkat mobilitas unsurnya pada kondisi asam sangat rendah, oleh karena itu pada profil laterit banyak terkonsentrasi pada zona limonit.



tor Pembentuk Profil Laterit

es dan keadaan yang mengatur dan mengontrol lateritisasi batuan ultrabasa beragam yang mengakibatkan sifat profil sangat bervariasi secara detail dan

berbeda antara tempat yang satu dan tempat yang lainnya dalam hal ketebalan, komposisi kimia dan mineralogi, dan sebagainya. (Elias, 2002)

Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan bijih nikel laterit ini adalah: (Isjudarto, 2013)

- a. Batuan asal. Adanya batuan asal merupakan syarat utama untuk terbentuknya endapan nikel laterit, macam batuan asalnya adalah batuan ultra basa. Dalam hal ini pada batuan ultra basa tersebut: - terdapat elemen Ni yang paling banyak diantara batuan lainnya - mempunyai mineral-mineral yang paling mudah lapuk atau tidak stabil, seperti olivin dan piroksin - mempunyai komponen-komponen yang mudah larut dan memberikan lingkungan pengendapan yang baik untuk nikel.
 - b. Iklim. Adanya 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, dimana akan terjadi rekahan-rekahan dalam batuan yang akan mempermudah proses atau reaksi kimia pada batuan.
 - c. Reagen-reagen kimia dan vegetasi. Yang dimaksud dengan reagen-reagen kimia adalah unsur-unsur dan senyawa-senyawa yang membantu mempercepat proses pelapukan. Air tanah yang mengandung CO₂ memegang peranan penting didalam proses pelapukan kimia. Asam-asam humus menyebabkan dekomposisi batuan dan dapat merubah pH larutan. Asam-asam humus ini erat kaitannya dengan vegetasi daerah. Dalam hal ini, vegetasi akan mengakibatkan:
 - Penetrasi air dapat lebih dalam dan lebih mudah dengan mengikuti jalur akar pohon-pohonan
 - Akumulasi air hujan akan lebih banyak
 - Humus akan lebih tebal Keadaan ini merupakan suatu petunjuk, dimana hutannya lebat pada lingkungan yang baik akan terdapat endapan nikel yang lebih tebal dengan kadar yang lebih tinggi. Selain itu, vegetasi dapat berfungsi untuk menjaga hasil pelapukan terhadap erosi mekanis.
- Struktur yang sangat dominan yang terdapat di daerah penelitian adalah struktur 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 akan lebih intensif.

- e. 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-rekahan atau pori-pori batuan. Akumulasi andapan 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 ini dapat menyebabkan pelapukan kurang intensif.
- f. Waktu. Waktu yang cukup lama akan mengakibatkan pelapukan yang cukup intensif karena akumulasi unsur nikel cukup tinggi.

2.4 Batuan Ultramafik

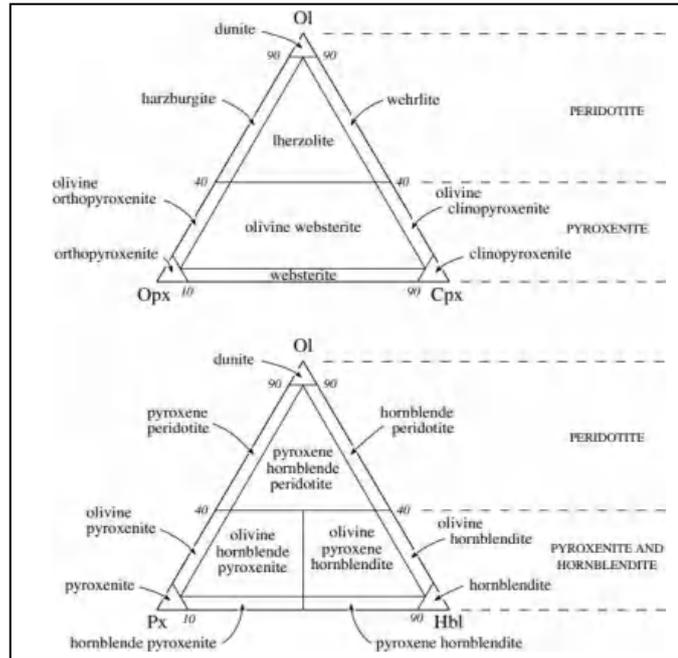
Batuan ultramafik adalah batuan yang kaya akan mineral mafik (ferromagnesian) terkecuali kuarsa, feldspar dan feldspathoids. Batuan ini pada dasarnya tersusun olivin, piroksen, hornblende dan mika. Batuan ultrabasa memiliki warna indeks lebih dari 70. (Ahmad, 2008)

Batuan ultramafik merupakan batuan beku yang mengandung mineral primer berkomposisi *ferromagnesian* lebih besar 45% dan nikel lebih kecil 0,3%. Mineral *Ferromagnesian* adalah mineral piroksen, hornblende, mika, dan biotit. (Tonggiroh, 2019).

Batuan ultrabasa diklasifikasikan menurut kandungan mineral mafiknya, yang pada dasarnya terdiri dari olivin, ortopiroksin, klinopiroksin, hornblend, kadang-kadang terdapat biotit, dan berbagai mineral lainnya tetapi biasanya terdapat garnet dan spinel dalam jumlah yang sedikit. Klasifikasi (Streckeisen, 1973, 1976) merekomendasikan dua diagram dalam pengklasifikasiannya, dapat dilihat pada

untuk batuan yang pada dasarnya mengandung olivin, ortopiroksin dan piroksin serta batuan yang mengandung hornblend, Piroksin, dan olivin (Streckeisen, 2002).





Gambar 7 Klasifikasi batuan beku ultrabasa Streckeisen 1976 (Maitre, et.al, 2002).

Peridotit dibedakan dari piroksenit karena mengandung lebih dari 40% olivin. Nilai ini dipilih bukannya 50% karena pada lherzolit mengandung hingga 60% piroksen. Peridotit pada dasarnya dibagi menjadi dunit atau olivinit (jika mineral spinelnya magnetite), harzburgite, lherzolite dan wehrlite. Pyroxenites dibagi lagi menjadi orthopyroxenite, websterite dan clinopyroxenite. (Maitre, et.al, 2002).

Batuan ultrabasa yang mengandung garnet atau spinel diklasifikasikan sebagai berikut : Jika garnet atau spinel kurang dari 5% digunakan istilah peridotit pembawa garnet, Dunit pembawa kromit dan lain-lain. Jika garnet atau spinel lebih besar dari 5 % maka digunakan penamaan Garnet peridotit, Kromit dunit dan lain-lain (Maitre,et.al, 2002).

