

**SKRIPSI**

**ANALISIS PERUBAHAN KADAR BIJIH BESI (Fe) LATERIT  
BERDASARKAN DATA PENGEBORAN, PENAMBANGAN, DAN STOCK  
PILE PADA PIT BLOK 1 CURING, KECAMATAN PULAU SEBUKU,  
KABUPATEN KOTA BARU, PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**

**Disusun Dan Diajukan Oleh**

**FADLI**

**D611 16 011**



**DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fadli

NIM : D611 16 011

Program studi : Teknik Geologi

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya yang berjudul :

**“ANALISIS PERUBAHAN KADAR BIJIH BESI (Fe) LATERIT  
BERDASARKAN DATA PENGEBORAN, PENAMBANGAN, DAN STOCK  
PILE PADA PIT BLOK 1 CURING, KECAMATAN PULAU SEBUKU,  
KABUPATEN KOTA BARU, PROVINSI KALIMANTAN SELATAN”**

Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain bahwa skripsi/tesis/disertasi yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi/tesis/disertasi ini hasil karya orang lain, maka saya siap menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Juni 2021



Fadli

LEMBAR PENGESAHAN

“ANALISIS PERUBAHAN KADAR BIJIH BESI (Fe) LATERIT  
BERDASARKAN DATA PENGEBORAN, PENAMBANGAN, DAN STOCK  
PILE PADA PIT BLOK 1 CURING, KECAMATAN PULAU SEBUKU,  
KABUPATEN KOTA BARU, PROVINSI KALIMANTAN SELATAN”

Disusun dan diajukan oleh

FADLI  
D611 16 011

Telah dipertahankan di hadapan panitia ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi program sarjana program studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal... dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

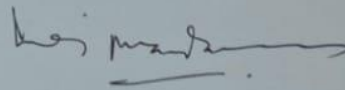
Menyetujui

Disetujui Oleh,  
Pembimbing Utama

Pembimbing pendamping



Dr. Adi Tonggiroh, S.T., M.T  
Nip. 196509282000031002



Prof. Dr. Eng. Adi Maulana, S.T., M.Phil  
NIP . 198004282005011001

Program Studi  
  
Dr. Fudha Satrio Java, HS, S.T., MT  
Nip. 196909241998021001

## SARI

Secara administratif daerah penelitian terletak pada daerah Pulau Sebuku termasuk dalam Kabupaten Kota Baru, Provinsi Kalimantan Selatan. Secara geografis, posisi Pulau Sebuku terletak antara  $4^{\circ}9'27''$  -  $4^{\circ}5'35''$  LU and  $117^{\circ}31'39''$  -  $117^{\circ}35'55''$  BT. Pulau Sebuku ini memiliki luas sebesar 21.844 Ha atau hanya sekitar 245.5 km<sup>2</sup>. Daerah penelitian merupakan wilayah eksplorasi dari PT. Sebuku Iron Lateritic Ores. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perbandingan perubahan kadar bijih besi laterit pada daerah penelitian. Dalam penentuan kadar bijih besi laterit digunakan metode data pengeboran, data sampel saat penambangan dan data sampel stockpile menggunakan analisis geokimia XRF (*X-Ray Fluorescence spectrometry*) dan analisis *Software Arcgis* dan surpac. Hasil analisis dari XRF diolah dengan menggunakan *software Microsoft Excel 2010*. Dari hasil analisis *Arcgis* dan geokimia, Kadar Fe hasil identifikasi dari data titik bor yang di olah menggunakan metode estimasi dan dibandingkan dengan aktual hasil penambangan (stockpile) mengalami kenaikan sebesar 0,99%, sedangkan data titik bor yang di olah dalam metode estimasi didapat mengalami kenaikan setelah dilakukan perbandingan dengan data surface dalam proses penambangan berlangsung dimana presentasi perubahan kadar bijih besi (Fe) sebesar 3.32%

**Kata Kunci** : pengeboran, penambangan, stockpile, Geokimia, bijih Besi.

## **ABSTRAK**

Administratively the research area is located in Sebuku Island area included in Kota Baru District, South Kalimantan. Geographically, the position of Sebuku Island lies between 4°9'27 " - 4°5'35" LU and 117°31'39 " - 117°35'55" BT. Sebuku Island has an area of 21,844 ha or only about 245.5 km<sup>2</sup>. The research area is an exploration area of PT. Sebuku Iron Lateritic Ores. The purpose of this study was to determine the comparison of changes in laterite iron ore content in the study area. In determining the laterite iron ore content, the drilling data method is used, the mining sample data and the stockpile sample data using the XRF (X-Ray Fluorescence Spectrometry) geochemical analysis and the Arcgis and Surpac software analysis. The results of the XRF analysis were processed using Microsoft Excel 2010 software. The results of the XRF analysis were processed using Microsoft Excel 2010 software. From the results of Arcgis and geochemical analysis, the Fe content identified from the drill point data processed using the estimation method and compared to the actual mining results (stockpile) increased by 0.99%, While the drill point data that is processed in the estimation method has an increase after comparison with the data surface in the mining process where the presentation of changes in iron ore (Fe) content is 3.32 %

**Keywords:** drilling, mining, stockpile, Geochemistry, Iron ore.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga Laporan yang berjudul **“Analisis Perubahan Kadar Bijih Besi (Fe) Laterit Berdasarkan Data Pengeboran, Penambangan, Dan Stockpile Pada PIT BLOK 1 Curing, Kecamatan Pulau Sebuku, Kabupaten Kota Baru, Provinsi Kalimantan Selatan”** dapat terselesaikan.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu penulis baik berupa bantuan moril maupun materil dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, antara lain :

1. Bapak Dr.Eng.Asri Jaya, HS,S.T.,M.T sebagai ketua Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Dr. Adi Tonggiroh, S.T., M.T sebagai Penasihat Akademik atas segala bimbingannya selama ini.
3. Bapak Dr. Ir. Musri Mawaleda, M.T dan Dr. Sultan, S.T., M.T sebagai selaku penguji,
4. Pak Jaka, pak Dodi, Pak Andhy, Pak Azpar, pak luhur, Pak noel, pak wahyu, pak Hendi, selaku Pembimbing Kerja Praktek yang mengarahkan dan membimbing penulis dalam kegiatan Kerja Praktek ini
5. Mas dan Mba Mining Technical Service (MTS) Department dan Geology and Development (Geodev) yang telah membimbing penulis pada saat proses belajar di lingkungan Kerja Praktek.

6. Kedua Orangtua dan keluarga yang selalu memberikan motivasi, dukungan, bantuan kepada penulis, baik bantuan moril maupun materil, serta doa restu yang senantiasa terucapkan tiada henti yang kemudian menjadi sumber semangat bagi penulis selama ini.
7. Rekan-rekan magang mahasiswa geologi Rico (AKPRIN) dan Novi (ITATS) yang telah banyak membantu selama penyusunan laporan ini.
8. Saudara-saudara saya Teknik Geologi 2016 yang telah banyak memberikan motivasi dan dukungan selama penyusunan laporan ini
9. Berbagai pihak yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu, atas segala bantuan maupun dorongan yang diberikan selama ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini masih sangat jauh dari kesempurnaan, sehingga segala saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat diperlukan dalam penyempurnaan proposal ini.

Akhir kata penulis mohon maaf kepada semua pihak apabila terdapat kesalahan kata dalam tugas akhir ini dan semoga tugas akhir ini dapat berguna bagi semua pihak yang menggunakannya. Aamiin.

Makassar , 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN TUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>SARI</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Maksud dan Tujuan .....	3
1.5 Waktu dan Tempat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Geologi Regional.....	5
2.1.1 Fisiografi Reginal.....	5
2.1.2 Stratigrafi Regional.....	8
2.1.3 Tektonik dan Struktur Regional.....	10
2.2 Endapan Laterit .....	12
2.2.1 Besi Laterit .....	14
2.3 Faktor – faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Profil Laterit.....	17
2.4 Sumber daya cadangan .....	19
2.5 Batuan Asal Bijih Besi .....	21
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	26
3.1 Tahap Studi Literatur dan Pengumpulan Data .....	26



3.2 Observasi Lapangan .....	26
3.3 Identifikasi dan Perumusan Masalah .....	26
3.4 Pengambilan Data .....	27
3.5 Analisis Data .....	27
3.5.1 Analisis Data Pengeboran .....	27
3.5.2 Analisis Realisasi Penambangan .....	28
3.5.2.1 Analisis Sampel Surface.....	28
3.5.2.2 Analisis Sampel Harian Tambang.. .....	28
3.5.3 Analisis Laboratorium.....	28
3.5.3 Analisis Geokimia X-ray Flourence ( XRF ).....	29
3.5.3 Metode <i>Inverse Distance Weight</i> (IDW).....	29
3.5.3 Metode Cross - Section Surpac .....	30
3.6 Penyusunan Laporan .....	31
3.7 Diagram Alir .....	32
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>33</b>
4.1 Geologi daerah penelitian .....	33
4.1.1 Batuan Ultraasa daerah penelitian.....	33
4.1.2 Struktur Geologi Daerah Penelitian .....	35
4.2 Pola Distribusi Fe .....	36
4.2.1 Identifikasi Data kadar Fe pada Titik Bor .....	37
4.2.2 Analiasa Hasil Realisasi Penambangan (Stock Pile) .....	38
4.2.3 Analisa Proses Penambangan .....	38
4.3 Analias Perubananahan Kadar Fe .....	40
4.3.1 Perbandingan Fe Pengeboran Dengan Kadar Fe....	44
4.3.2 Perbandingan FePengeboran Dengan Data Penambangan .....	45
4.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi perbedaan kadar .....	46
4.4.1 Penyebaran Biji Yang Tidak Homogen.....	46
4.4 .2 Metode Pengambilan Sampel.....	46

4.4 .3 Pengotoran Bijih.....	47
4.4 .4 Cara Penambangan .....	48
4.4 .5 Preparasi Sampel.....	48
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>49</b>
5.1 Kesimpulan .....	49
5.2 Rekomendasi .....	51

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta tunjuk lokasi penelitian .....	4
Gambar 2.1	Penerusan Pegunungan Meratus ke Pulau Laut dan Sebuku .....	7
Gambar 2.3	Kolom Stratigrafi Lembar Kotabaru .....	8
Gambar 2.4	Peta Geologi Daerah penelitian .....	11
Gambar 2.5	Generalisai profil laterit.....	14
Gambar 2.6	Klasifikasi Batuan Ultrabasa berdasarkan Streckeisen .....	22
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian .....	32
Gambar 4.1	Singkapan Dunit Pada Daerah Penelitian.....	34
Gambar 4.2	Kenampakan sampel <i>core</i> dunit pada <i>Hole Id</i> CS6200023R .....	34
Gambar 4.3	Pengamatan petrografi duni pada daerah penelitian .....	35
Gambar 4.4	Struktur kekar pada litologi dunit .....	35
Gambar 4.5	Kenampakan rekahan batuan pada sampel <i>Core</i> CS 6200023R .....	36
Gambar 4.6	Peta Ditribusi Kadar Fe .....	37
Gambar 4.7	Peta Titik Pengambilan Data Surface.....	39
Gambar 4.8	grafik perubahan kadar Fe .....	40
Gambar 4.9	Section pada layer limonit.....	41
Gambar 4.10	Section pada layer limonit awal oktober .....	42
Gambar 4.11	Section pada layer limonit akhir oktober .....	43
Gambar 4.12	Grafik perbandingan Pengeboran dengan Stock pile .....	44
Gambar 4.13	Grafik perbandingan Pengeboran dengan Penambangan.....	45

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 4.1 Data Analisis Perbandingan Kadar Fe .....	55
Tabel 4.2 perbandingan kadar Fe hasil identifikasi Pengeboran dengan Stock pile.....	56
Tabel 4.3 perbandingan kadar Fe hasil identifikasi Pengeboran dengan Penambangan .....	57

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring dengan terus meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia, kebutuhan akan energi juga akan terus meningkat. Untuk dapat memenuhi kebutuhan energi tersebut kita tidak bisa hanya bergantung pada Sumber Daya Alam Indonesia, namun yang harus kita pahami adalah hal tersebut harus diselaraskan dengan peningkatan kualitas Sumber Daya Manusia Indonesia untuk dapat bersama-sama mengolah kekayaan alam Indonesia dengan lebih maksimal.

Negara Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam dan sumber daya geologi, di tiap – tiap pulau yang ada di Indonesia selalu memiliki kekayaan sumber daya geologi yang dapat di manfaatkan untuk kepentingan umat manusia. Salah satu sumber daya geologi yang dimiliki oleh Indonesia adalah sumber daya mineral khususnya bijih besi laterit.

Bijih besi adalah produk residual pelapukan kimia pada batuan ultramafik. Proses ini berlangsung selama jutaan tahun dimulai ketika batuan ultramafik tersingkap di permukaan bumi. Pelapukan pada peridotit menyebabkan unsur-unsur dengan mobilitas rendah sampai *immobile* seperti Ni, Fe dan Co mengalami pengayaan secara residual dan sekunder (Burger, 1996).

Berdasarkan proses pembentukannya endapan bijih besi laterit terbagi menjadi beberapa zona dengan ketebalan dan kadar yang bervariasi. Daerah yang mempunyai intensitas pengkekarannya yang intensif kemungkinannya akan mempunyai profil lebih tebal dibandingkan dengan yang pengkekarannya kurang begitu intensif. Perbedaan intensitas inilah yang menyebabkan ketidakteraturan dari distribusi pengkayaan unsur-unsur pada profil laterit, karena pembentukan endapan laterit sangat tergantung pada faktor-faktor batuan dasar (source rock), laju pelapukan, struktur geologi, iklim, topografi, reagen-reagen kimia dan vegetasi, dan waktu.

Permasalahan di lapangan dijumpai ada perubahan kadar Fe Pada pengeboran, penambangan dan stockpile. Berdasarkan perubahan tersebut maka penulis melakukan penelitian yang berjudul “**Analisis Perubahan Kadar Bijih Besi (Fe) Laterit Berdasarkan Data Pengeboran, Penambangan, Dan Stockpile Pada PIT BLOK 1 Curing, Kecamatan Pulau Sebuku, Kabupaten Kota Baru, Provinsi Kalimantan Selatan**” sehingga dapat membantu kami dalam menyelesaikan Tugas Akhir pendidikan Strata-1 Teknik Geologi ini.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mengetahui presentasi perbangan kadar Fe?
2. Bagaimana mengetahui faktor perubahan kadar Fe ?

### **1.3 Batasan Masalah**

Dalam melakukan penelitian dan pembahasan pada tulisan ini, penulis menentukan perubahan kadar Fe berdasarkan data pemboran yang di olah dalam metode estimasi dari data geokimia yang tidak sesuai dengan kadar hasil realisasi penambangan

### **1.4 Maksud dan Tujuan**

Untuk melakukan studi mengenai rekonsiliasi berdasarkan perbandingan kadar Fe dalam wilayah PT. Sebuku Iron Lateritic Ores, Kecamatan Pulau Sebuku, Kabupaten Kota Baru, Provinsi Kalimantan Selatan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. mengetahui presentase perubahan kadar bijih besi (Fe) pada pengeboran, stok pile dan penambangan
2. mengetahui perubahan kadar bijih besi (Fe) dan factor pada saat pengeboran, di stok pile dan penambangan

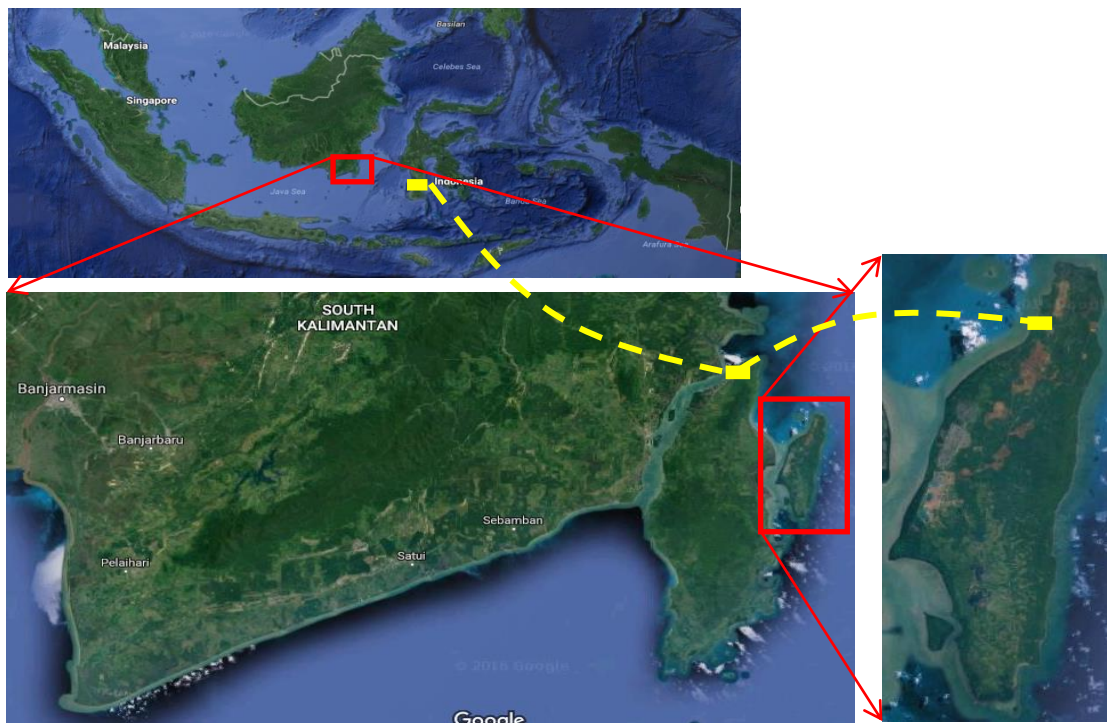
### **1.5 Waktu dan Letak Kesampaian Daerah**

Waktu yang digunakan dalam penelitian skripsi ini selama 3 bulan. Waktu kegiatan diserahkan dan disesuaikan dengan kebijakan perusahaan pada waktu kegiatan yang diusulkan.

Daerah penelitian secara administratif terletak Pulau Sebuku termasuk dalam Kabupaten Kota Baru, Provinsi Kalimantan Selatan. Secara geografis, posisi Pulau Sebuku terletak antara 409'27" - 405'35" LU dan 117 031'39" - 117035'55" BT.

Pulau Sebuku ini memiliki luas sebesar 21.844 Ha atau hanya sekitar 245.5 km<sup>2</sup>. Daerah penelitian merupakan wilayah eksplorasi dari PT. Sebuku Iron Lateritic Ores.

Lokasi penelitian dapat dicapai dengan menggunakan pesawat terbang melalui jalur udara dari Makassar menuju Kota Baru dengan waktu tempuh sekitar 55 menit, dari Kota Baru ke lokasi penelitian dapat dicapai dengan *speedboat* waktu tempuh sekitar 40 menit, .



**Gambar 1.1** Peta tunjuk lokasi penelitian, Peta lokasi wilayah kerja PT. Sebuku Iron Lateritic Ores, (**sumber:** [www.welt-atlas.de](http://www.welt-atlas.de) dan <http://www.bappeda-kotabaru.info>)



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Geologi Regional**

##### **2.1.1 Fisiografi Regional**

Secara geografis posisi Pulau Sebuku terletak antara 409'27" - 405'35" LU dan 117031'39" - 117035'55" BT (Suwarsono, dkk., 2005). Pulau Sebuku masuk dalam Daerah Lembar Kotabaru,. Secara fisiografis, lembar kota baru termasuk dalam anak Cekungan Asam-asam dan anak Cekungan Pasir (Rustandi, dkk., 1986).

Kedua anak cekungan tersebut, pada bagian Barat dibatasi oleh Pegunungan Meratus, Timur oleh Tinggian Pulau Laut, Selatan oleh Laut Jawa, dan Utara oleh Adang *flexure* (Rustandi, dkk., 1986)

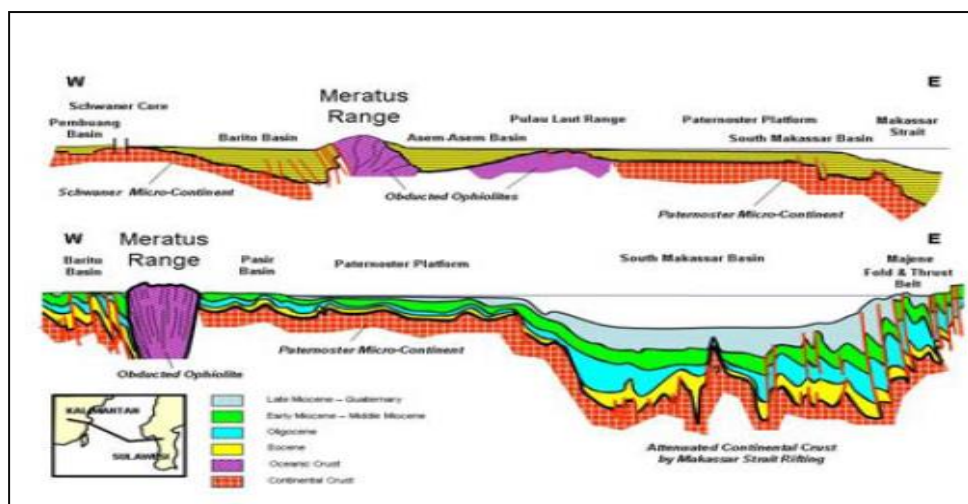
Pulau Sebuku secara geomorfologi tersusun atas 10 bentuk lahan yaitu masing-masing dengan luasnya meliputi: Dataran nyaris, Dataran alluvial, Perbukitan denudasional terkikis ringan, Perbukitan homoklinal, Perbukitan sisa, Permukaan planasi, Rawa air tawar, Dataran banjir, Gisik, dan Dataran aluvial pantai (Suwarsono, dkk., 2005).

Kelas-kelas penutup lahan pulau meliputi: hutan lahan kering, belukar, hutan lahan basah/mangrove, lahan terbuka, rawa, permukiman desa, dan danau (Suwarsono, dkk., 2005).

Hingga saat ini, Pulau Sebuku masih digolongkan sebagai satu kelompok tektonik dengan Pegunungan Meratus yang berada di Kalimantan Selatan sehingga diinterpretasikan memiliki sejarah geologi yang sama. Pengetahuan geologi regional

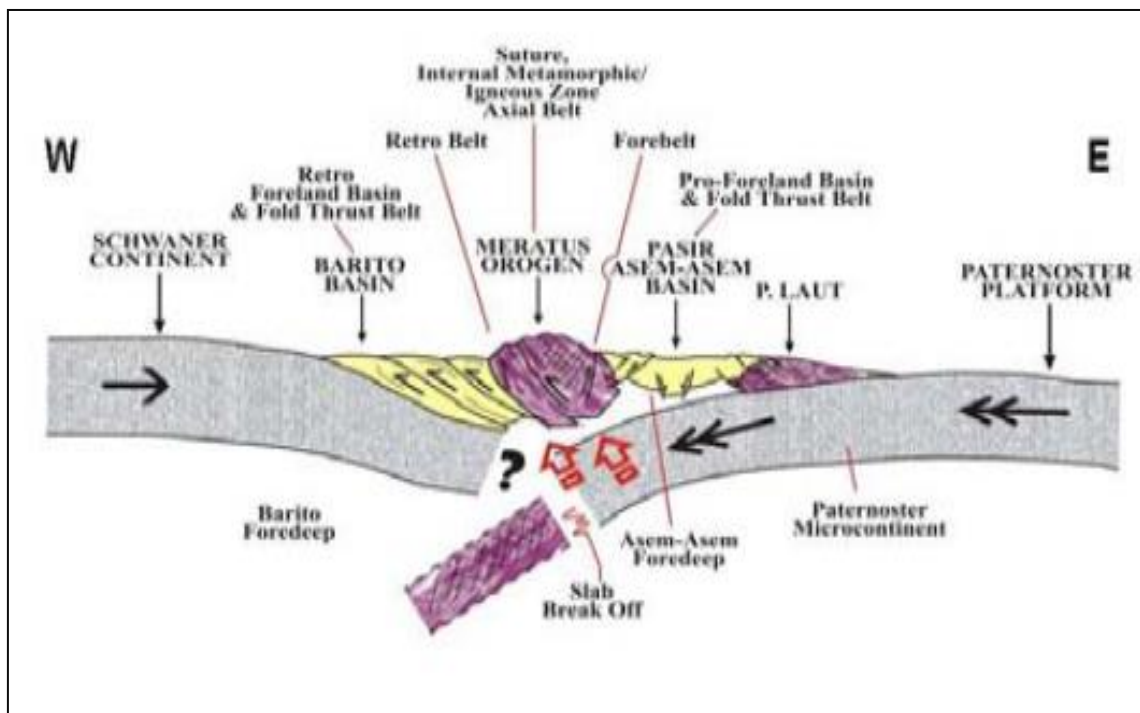
tentang pulau ini menggunakan referensi khusus dari studi-studi yang mempelajari sejarah tektonik Pegunungan Meratus.

Pegunungan Meratus, Pulau Laut, dan Pulau Sebuku yang berada di Kalimantan Selatan merupakan bagian dari *Accreted South East Sundaland* atau bagian *terrain* yang mengakresi di sepanjang batas tenggara Sundaland, diinterpretasikan sebagai batas subduksi Kapur yang dimulai dari Ciletuh Jawa Barat, Karangsambung Jawa Tengah dan bergerak ke utara di Pegunungan Meratus Kalimantan Selatan dan Bantimala Sulawesi Selatan, sebelum akhirnya terjadi rifting Selat Makassar yang terjadi di awal Paleosen yang memisahkan Meratus dan Bantimala (Satyana, 2003). Penarikan batas pada daerah tersebut dikarenakan ditemukannya batuan-batuan blok akresi berupa batuan ofiolit tidak lengkap seperti peridotit, gabro, diabas, basal, dan rijang. Endapan besi dan nikel laterit yang ada di Pulau Sebuku, bersumber dari batuan-batuan kerak samudera tersebut yang bersifat *ferromagnesian* kaya akan Fe dan Ni.



**Gambar 2.1** Penerusan Pegunungan Meratus ke Pulau Laut dan Sebuku ( Satyana, 2008)

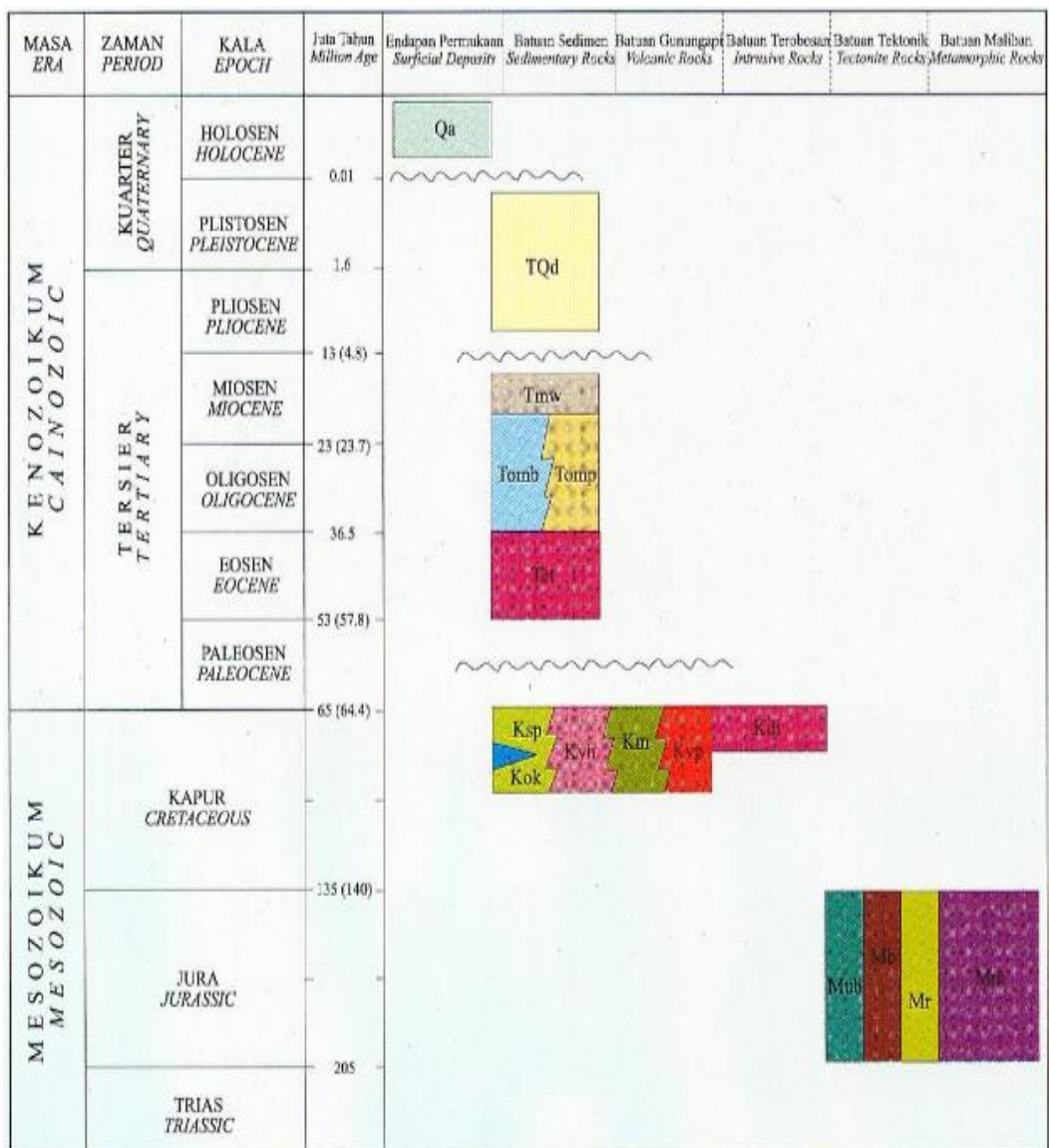
Tersingkapnya batuan kerak samudera di Pegunungan Meratus sendiri merupakan hasil dari kolisi antara blok Schwanner dari Sundaland dengan mikrokontinen Paternoster yang diinterpretasikan sebagai pecahan Gondwana yang terjadi pada Zaman Kapur. Pengangkatan Meratus sendiri oleh Satyana (2008) diinterpretasikan merupakan mekanisme *slab break off* dari mikrokontinen Paternoster yang patah di zona subduksi sehingga naik ke atas, bersamaan dengan batuan kerak samudera yang akhirnya dapat tersingkap.



**Gambar 2.2** Mekanisme Pengangkatan Pegunungan Meratus oleh Satyana (2008)

### 2.1.2 Stratigrafi Regional

Pulau Sebuku termasuk ke dalam peta geologi Lembar Kotabaru 1812, menurut Rustandi (1995) terdapat empat formasi batuan yang menyusun Pulau Sebuku antara lain (tua ke muda) ; Formasi Mesozoikum Ultrabasa, Formasi Pitap, Formasi Haruyan, Formasi Tanjung, serta endapan kuartar aluvium .



Gambar 2.3 Kolom Stratigrafi Lembar Kotabaru (Rustandi, 1995)..

#### 2.1.2.1 Batuan Ultramafik dan Batuan Malihan

Batuan tertua yaitu berumur Jura yaitu batuan ultramafik-mafik dan batuan malihan (Mub). Batuan ultramafik-mafik terdiri atas harzburgit, dunit, serpentinit, piroksinit, gabro dan basal; singkapannya tersebar, terdapat di daerah satuan morfologi perbukitan, dapat ditemukan di bagian timur – selatan daerah penelitian (Nurhakim, dkk., 2011).

#### 2.1.2.2 Formasi Pitap

Formasi Pitap (Ksp) ini berumur Kapur akhir, terendapkan di lingkungan laut dangkal, dengan area penyebaran yang cukup luas. Litologinya terdiri atas perselingan konglomerat, batupasir wacke, batulanau, dan bersisipan dengan batugamping, breksi aneka bahan, batulempung, konglomerat, dan basal. Formasi ini diperkirakan mempunyai ketebalan 1000 – 1500 meter (Nurhakim, dkk., 2011).

#### 2.1.2.3 Formasi Haruyan

Formasi Haruyan (Kvh) ini berumur Kapur, terdiri atas lava basal, breksi aneka bahan dan tufa. Ketebalannya mencapai 1.250 m dan menjemari dengan Formasi Pitap. Penyebarannya ditemukan di daerah perbukitan (Nurhakim, dkk., 2011).

#### 2.1.2.4 Formasi Tanjung

Formasi Tanjung (Tet) yang berumur Eosen, diendapkan secara tidak selaras di atas batuan-batuan yang berumur Kapur (Formasi Pitap dan Formasi Haruyan). Formasi dengan perkiraan ketebalan mencapai 1.500 m. Terdiri dari perselingan konglomerat-batupasir-batulempung dengan sisipan serpih, batubara dan batu gamping. Setempat dijumpai singkapan batuan gamping yang kaya akan foraminifera

besar. Singkapan batuan formasi ini cukup luas, menempati daerah dataran maupun perbukitan bagian Utara hingga Selatan daerah penelitian (Nurhakim, dkk., 2011).

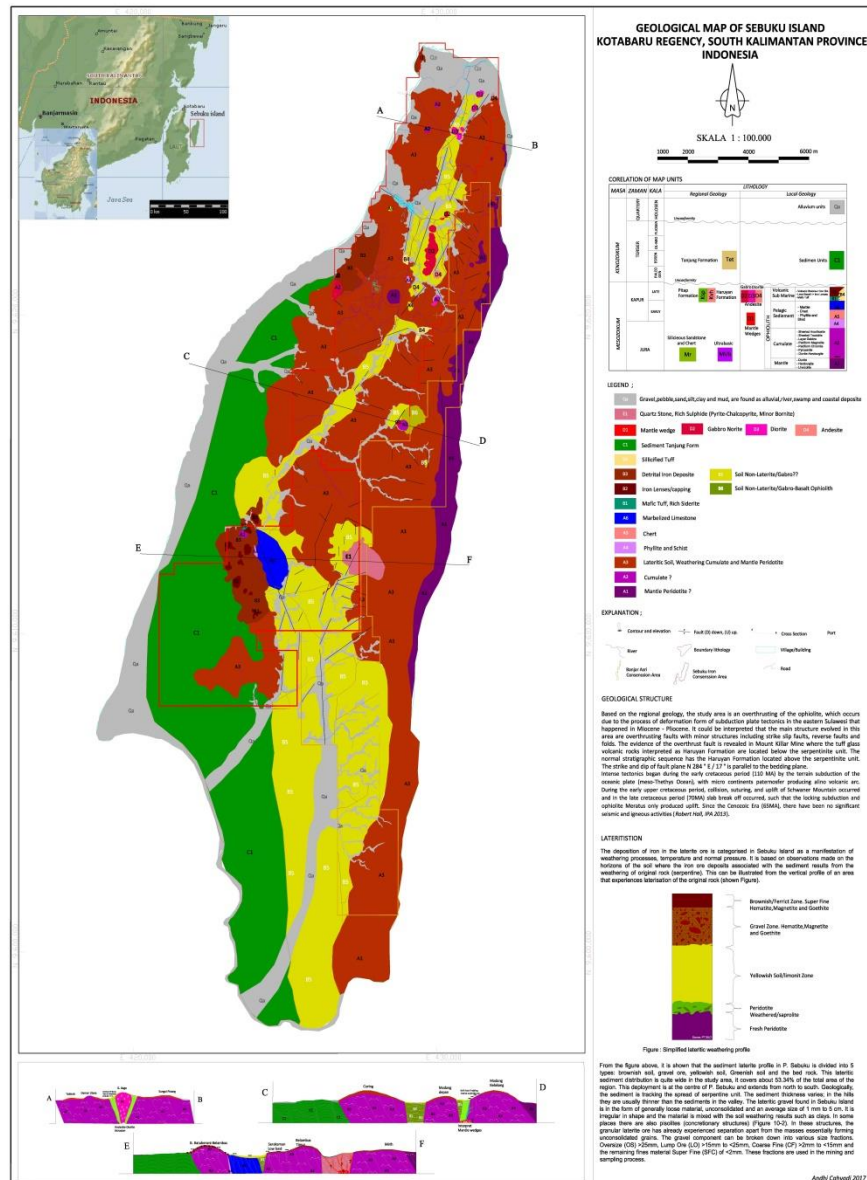
#### 2.1.2.5 Endapan Alluvium

Endapan termuda di daerah penelitian berupa endapan Aluvium (Qa), merupakan hasil erosi dari batuan-batuan lebih tua yang proses pengendapannya masih berlangsung hingga masa kini. Litologinya terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lanau, lempung, dan lumpur. Endapan ini terdapat sebagai endapan rawa, sungai, dan pantai. Penyebarannya terutama menempati daerah dataran di sekitar Selat Sebuku (pantai barat daerah penelitian) (Nurhakim, dkk., 2011).

#### 2.1.3 Tektonik dan Struktur Regional

Pada Zaman Kapur Tengah terjadi subduksi berarah Utara-Selatan (Sikumbang, 1986). Pada Zaman Kapur Akhir terjadi kolisi antara Sundaland dengan mikrokontinen Paternoster (Satyana, 1996). Terjadi pemekaran yang membentuk East Kalimantan Mega Basin pada Kala Eosen. Cekungan ini merupakan calon dari cekungan Barito, cekungan Kutai dan cekungan Asam-asam. Rezim regangan berubah menjadi rezim kontraksi, terjadi pada Kala Neogen, kemudian membentuk Sesar Adang dilanjutkan dengan pengangkatan Meratus, yang terjadi pada Kala Miosen. Pada Kala Pliosen terjadi pengangkatan kembali Meratus akibat kolisi berarah Barat Laut antara Australia plate dengan Busur Banda.

Struktur utama di Pulau Sebuku berupa sesar anjakan dengan struktur minornya adalah sesar mendatar, sesar naik dan lipatan. Sesar utama berarah N284°E/17°, sejajar dengan perlapisan batuan.



Gambar 2.4 Peta Geologi Daerah penelitian ( Andhy Cahyadi. 2017)

## 2.2 Endapan Laterit

Laterit didefinisikan sebagai produk yang dihasilkan dari pelapukan yang kuat pada daerah-daerah tropis, lembab, dan hangat yang kaya akan lempung kalolinit sebagai oksida dan oksihidroksida dari Fe dan Al. Laterit penting secara ekonomi karena mengandung mineral bijih. Endapan laterit biasanya terbentuk

melalui proses pelapukan kimia yang intensif, yaitu di daerah dengan iklim tropis-subtropis. Proses pelindian batuan lapuk merupakan proses yang terjadi pada pembentukan endapan laterit, dimana proses ini memiliki penyebaran unsur-unsur yang tidak merata dan menghasilkan konsentrasi bijih yang sangat bergantung pada migrasi air tanah.

Ketebalan profil laterit ditentukan oleh keseimbangan kadar pelapukan kimia di dasar profil dan pemindahan fisik ujung profil karena erosi. Tingkat pelapukan kimia bervariasi antara 10 – 50 m per juta tahun, biasanya sesuai dengan jumlah air yang melalui profil, dan 2 – 3 kali lebih cepat dalam batuan ultrabasa daripada batuan asam. Disamping jenis batuan asal, intensitas pelapukan, dan struktur batuan yang sangat mempengaruhi potensi endapan nikel lateritik, maka informasi perilaku mobilitas unsur selama pelapukan akan sangat membantu dalam menentukan zonasi bijih di lapangan (Totok Darijanto, 1986).

Menurut Golightly (1979) profil laterit (Gambar 2) dibagi menjadi 4 zonasi, yaitu:

a. Zona Limonit (LIM)

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 lainnya 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.

b. Zona *Medium Grade Limonite* (MGL)




Sifat fisik zona *Medium Grade Limonite* (MGL) tidak jauh berbeda dengan zona *overburden*. Tekstur sisa batuan induk mulai dapat dikenali dengan hadirnya fragmen batuan induk, yaitu peridotit atau serpentinit. Rata-rata berukuran antara 1-2 cm dalam jumlah sedikit. Ukuran material penyusun berkisar antara lempung-pasir halus. Ketebalan zona ini berkisar antara 0-6 meter. Umumnya singkapan zona ini terdapat pada lereng bukit yang relatif datar. Mineralisasi sama dengan zona limonit dan zona saprolit, yang membedakan adalah hadirnya kuarsa, lihopirit, dan opal.

c. Zona Saprolit

Zona saprolit merupakan zona bijih, tersusun atas fragmen-fragmen batuan induk yang teralterasi, sehingga mineral penyusun, tekstur dan struktur batuan dapat dikenali. Derajat serpentinisasi batuan asal laterit akan mempengaruhi pembentukan zona saprolit, dimana peridotit yang sedikit terserpentinisasi akan memberikan zona saprolit dengan inti batuan sisa yang keras, pengisian celah oleh mineral – mineral garnierit, kalsedon-nikel dan kuarsa, sedangkan serpentinit akan menghasilkan zona saprolit yang relatif homogen dengan sedikit kuarsa atau garnierit.

d. Zona batuan induk (*Bedrock zone*)

Zona batuan induk berada pada bagian paling bawah dari profil laterit. Batuan induk ini merupakan batuan yang masih segar dengan pengaruh proses-proses pelapukan sangat kecil. Batuan induk umumnya berupa peridotit, serpentinit, atau peridotit terserpentinisasikan.

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

**Gambar 2.5** Generalisasi profil laterit (setelah Elias,2002)

### 2.2.1 Besi Laterit

Besi dan alumina laterit tidak dapat di pisahkan dari proses pembentukan nikel laterit, salah satu produk laterit adalah besi dan aluminium. Pada profil laterit terdapat zona-zona di antaranya zona limonit. Zona ini menjadi zona terakumulasinya 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 ( $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ ), Hematit ( $Fe_2O_3$ ), Magnetit ( $Fe_3O_4$ ),

Maghemite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), *Lepidocrocite* ( $\gamma\text{-FeO(OH)}$ ), Ilmenit ( $\text{FeTiO}_3$ ), Siderit ( $\text{FeCO}_3$ ) dan *Marcasite* ( $\text{FeS}_2$ ) 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 terubah dan genes-sekis. Besi yang terbentuk secara sekunder disebut 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 aliran air tanah. Adapun profil lengkap tanah laterit tersebut dari bagian atas ke bawah adalah

sebagai berikut : zone limonit, zone pelindian (*leaching zone*) dan zone saprolit 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 CO<sub>2</sub> 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  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  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  $\text{FeO}$  (ferrous oxides) kemudian mengalami proses oksidasi menjadi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  lalu mengalami presipitasi atau proses hidroksil menjadi  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{H}_2\text{O}$  (geotithe). Mineral ini tingkat mobilitas unturnya pada kondisi asam sangat rendah, oleh karena itu pada profil laterit banyak terkonsentrasi pada zona limonit.

### **2.3 Faktor – faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Profil Laterit**

Proses-proses dan kondisi yang mengatur dan mengendalikan laterisasi dari batuan ultramafik begitu banyak dan beragam, akibatnya kondisi alamiah dari tiap profil berbeda secara detail dari satu tempat ke tempat lainnya dalam hal ketebalan, kimiawi, komposisi mineralogi dan perkembangan relatif dari zona profil secara individu (Ellias, 2002). Faktor – faktor utama yang mempengaruhi efisiensi dan kinerja dari pelapukan kimia, berdampak pada model alamiah profil, antara lain iklim, topografi, drainase, tektonik, tipe batuan induk, struktur, stabilitas mineral (struktur kristal, titik lebur), reaksi potensial (Reduksi/Oksidasi), ukuran butir dan bukaan batuan (Porositas), kondisi pH, tingkat pemindahan suatu unsur ke arah vertikal, klimaks (temperatur, curah hujan, naik-turunnya muka air tanah), peran permukaan air di bawah tanah, dan waktu .

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat sebaran secara horisontal endapan lateritik (de Chetelat, dalam Boldt, 1967), yaitu :

- 1 Adanya proses pelapukan yang relatif merata walaupun berbeda tingkat intensitasnya, sehingga endapan lateritik terbentuk dan tersebar secara merata.
- 2 Morfologi yang tidak curam tingkat kelerengannya, sehingga endapan laterit masih mampu untuk ditopang oleh permukaan topografi sehingga tidak terangkut semua oleh proses erosi ataupun ketidakstabilan lereng.
- 3 Adanya tumbuhan penutup yang berfungsi untuk mengurangi tingkat intensitas erosi endapan lateritik, sehingga endapan laterit tersebut relatif tidak terganggu.

Faktor-faktor tersebut saling terkait secara kompleks. Ketika batuan terekspose ke permukaan, secara gradual akan mengalami dekomposisi. Proses kimia dan mekanik yang disebabkan oleh udara, air, panas dan dingin akan menghancurkan batuan tersebut menjadi soil dan clay.

#### **2.4 Sumber daya dan Cadangan**

Sumberdaya Mineral (*Mineral Resource*) adalah endapan mineral yang diharapkan dapat dimanfaatkan secara nyata. Sumberdaya mineral dengan keyakinan geologi tertentu dapat berubah menjadi cadangan setelah dilakukan pengkajian kelayakan tambang dan memenuhi kriteria layak tambang (Anonim, 1998).

Sumber daya Mineral (*Mineral Resource*) adalah endapan mineral yang diharapkan dapat dimanfaatkan secara nyata. Sumberdaya mineral dengan keyakinan geologi tertentu dapat berubah menjadi cadangan setelah dilakukan pengkajian kelayakan tambang dan memenuhi kriteria layak tambang. Adapun jenis-jenis sumberdaya mineral antara lain (Anonim, 1998) :

- a. Sumber daya Mineral Hipotetik (*Hypothetical Mineral Resource*) adalah sumberdaya mineral yang kuantitas dan kualitasnya diperoleh berdasarkan perkiraan pada tahap Survei Tinjau.
- b. Sumber daya Mineral Tereka (*Inferred Mineral Resource*) adalah sumberdaya mineral yang kuantitas dan kualitasnya diperoleh berdasarkan perkiraan pada tahap Prospeksi.
- c. Sumber daya Mineral Terunjuk (*Indicated Mineral Resource*) adalah sumber daya mineral yang kuantitas dan kualitasnya diperoleh berdasarkan perkiraan pada tahap Eksplorasi Umum.
- d. Sumber daya Mineral Pra-Kelayakan (*Prefeasibility Mineral Resource*) adalah sumberdaya mineral yang dinyatakan berpotensi ekonomis dari hasil Studi Pra-Kelayakan yang biasanya dilaksanakan di daerah Eksplorasi Rinci dan Eksplorasi Umum.
- e. Sumber daya Mineral Kelayakan (*Feasibility Mineral Resource*) adalah sumberdaya mineral yang dinyatakan berpotensi ekonomis dari hasil Studi Kelayakan atau suatu kegiatan penambangan sebelumnya yang biasanya dilaksanakan di daerah Eksplorasi Rinci.
- f. Sumber daya Mineral Terukur (*Measured Mineral Resource*) adalah sumberdaya mineral yang kuantitas dan kualitasnya diperoleh berdasarkan perkiraan pada tahap Eksplorasi Rinci.

Cadangan (*Reserve*) adalah endapan mineral yang telah diketahui ukuran, bentuk, sebaran, kuantitas, dan kualitasnya dan yang secara ekonomis, teknis,

hukum, lingkungan, dan sosial dapat ditambang pada saat perhitungan dilakukan.

Adapun jenis-jenis cadangan adalah (Anonim, 1998) :

- a. Cadangan Terkira (*Probable Reserve*) adalah sumberdaya mineral terunjuk dan sebagian sumberdaya mineral terukur yang tingkat keyakinan geologinya masih lebih rendah, yang berdasarkan studi kelayakan tambang semua faktor yang terkait telah terpenuhi, sehingga penambangan dapat dilakukan secara ekonomis.
- b. Cadangan Terbukti (*Proved Reserve*) adalah sumberdaya mineral terukur yang berdasarkan studi kelayakan tambang semua faktor yang terkait telah terpenuhi, sehingga penambangan dapat dilakukan secara ekonomis.

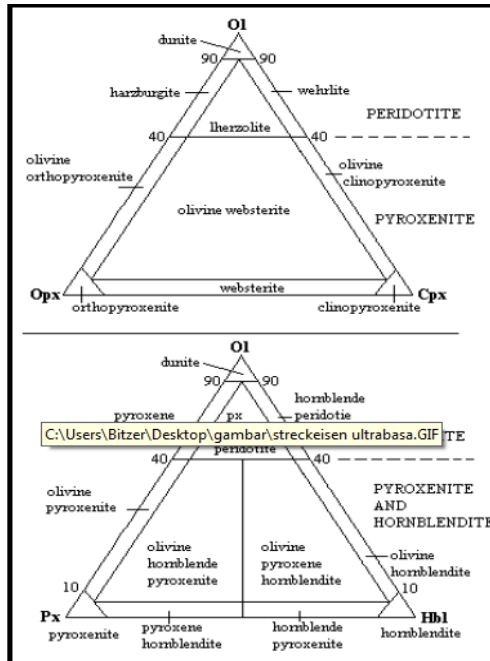
## **2.5 Batuan asal bijih besi**

### **Batuan Ultrabasa (*Ultramafic Rock*)**

Secara terminologi batuan ultrabasa (*ultramafic rock*) kaya akan mineral – mineral mafik (*ferro – magnesian*) seperti olivin, piroksin dan ampibol. Kebanyakan batuan ultramafik mengandung kurang lebih 45% silica. Batuan ultramafik umumnya mengandung > 18% Mg O , tinggi Fe O, rendah kalium, dan biasanya terdiri dari lebih besar dari 90% mafik mineral (berwarna gelap, tinggi magnesium dan besi).

Berdasarkan klasifikasi dari Streckeisen (1976) memperlihatkan klasifikasi untuk batuan ultramafik (Gambar 1). Di mana dalam klasifikasi ini batuan intrusi dan ekstrusi dipisahkan. Klasifikasi ini pembagiannya berdasarkan kandungan mineraloginya, yang terbagi dalam empat jenis mineral





**Gambar 2.6.** Klasifikasi Batuan Ultrabasa berdasarkan Streckeisen (1976)

Jenis batuan ultrabasa meliputi :

a. Dunit

Dunit adalah batuan beku plutonik, komposisi ultramafik, dengan tekstur kasar atau phaneritic. Batuan beku ultramafic dikenal juga dengan ultrabasic. Kandungan silikanya rendah (kurang dari 45%) dan lebih banyak mineral mafic (mineral berwarna gelap kaya magnesium dan besi). Batuan ultramafic umumnya terbentuk di mantel bumi, dari kedalaman sekitar 12 mil (sekitar 20 kilometer) di bawah permukaan hingga setebal ratusan mil ke dalam perut bumi, muncul ke permukaan ketika lempeng tektonik bertumbukan di lempeng samudera, atau ketika bagian interior lempeng benua tipis dan merenggang.

Di Indonesia batuan ini dapat dijumpai pada daerah-daerah yang secara geologis cukup tua, seperti Karangsembung dan Bayat di Jawa Tengah, Sulawesi

terutama di Sorowako. Batuan ini terutama tersusun oleh olivin :  $[(Mg,Fe)_2SiO_4]$  dan Piroksen baik Orthopiroksen  $[(Mg,Fe)SiO_3]$  maupun Klinopiroksen  $[Ca(Mg,Fe)Si_2O_6]$ . Dunit dapat digunakan untuk menyerap CO<sub>2</sub> dan membantu mengurangi perubahan iklim global melalui batu dipercepat pelapukan. Hal ini akan melibatkan penyebaran jumlah besar dunit ditumbuk halus di daerah tropis dikenal dekat sumber dunit.

b. Piroksenit

Merupakan batuan ultramafik monomineral yang seluruhnya mengandung mineral piroksen. Batuan piroksenit selanjutnya diklasifikasikan kedalam orthorombik piroksin atau monoklin piroksen : Orthopiroksenit : bronzitit, Klinopiroksenit : diopsidit, diallagit.

Piroksen peridotit adalah salah satu dari banyaknya batuan ultramafik yang umum. Berdasarkan pada tipe piroksen , piroksen peridotit dapat diklasifikasikan kedalam:

- Harzburgit : olivine + orthopiroksen ( enstatit atau bronzit )
- Wehrlite : olivine + clinopiroksen ( diopsid atauu diallag )
- Lherzolite : olivine + orthopiroksen + clinopiroksen

• Lokasi keterdapatn tubuh – tubuh piroksenit dapat disederhanakan menjadi 3 tipe utama :

- Batuan ultramafik yang berassosiasi dengan lapisan intrusi. Yaitu adanya fakta yang jelas pada lokasi ini batuan batuan ultramafik menembus sisa dari mineral –mineral mafik yang berat selama masa kristalisasi batuan dasar. (intrusi skaergaard, Great Dike Afrika).

- Tubuh yang berukuran kecil bercampur menyeluruh dengan batuan ultramafik (lensa, lembaran, dikes, stock, dll). Kadang – kadang sebuah pengisi dari ruang magmatic diindikasikan bahwa ultramafik mungkin telah terintrusi oleh padatan massa kristalin.\
- Terjadinya ultramafik yang sangat luas, jelas berasosiasi/ berdampingan dengan pembentukan ofiolit, subduksi melange, busur kepulauan terluar dan sabuk – sabuk orogen (ural area, Himalaya, New Zealand, New Caledonia, Sulawesi, etc).

#### c. Peridotit

Batuan ini mengandung kurang dari 45% silika, kaya akan magnesium, yang mencerminkan proporsi tinggi olivin yang kaya magnesium, zat besi yang cukup. Peridotit adalah batuan beku ultra basa plutonik yang terjadi akibat dari pembekuan magma berkomposisi ultra basa pada kedalaman jauh dibawah permukaan bumi. Dapat diketahui apabila peridotit adalah batuan plutonik yaitu dari ukuran kristalnya yang besar-besar. Batu ini berwarna gelap agak kehijauan karena Olivin sebagai mineral mayoritas yang menyusun batuan ini. Kunci untuk mengetahui bahwa suatu batuan adalah peridotit yaitu apabila perbandingan komposisi antara mineral Olivin dan Piroksen pada batuan tersebut adalah sekitar 70% : 30%. Apabila kandungan Olivinnya > 90% maka batuan itu sudah digolongkan sebagai Dunite.

Batuan peridotit bernilai ekonomis tinggi karena peridotit adalah batuan induk bijih nikel. Menurut Vinogradov batuan ultra basa rata-rata mempunyai kandungan nikel sebesar 0,2 %. Unsur nikel tersebut terdapat dalam kisi-kisi kristal mineral olivin dan piroksin. Berdasarkan sifatnya yang fleksibel, tidak berubah bila

terkena udara, ketahanannya terhadap oksidasi dan kemampuannya untuk mempertahankan sifat- sifat aslinya pada suhu ekstrim, nikel banyak digunakan dalam sektor industri. Sekitar 70% dari produksi nikel digunakan untuk produksi stainless steel.