

**STUDI KETERDAPATAN LOGAM PENTING (Sc, Co, Fe dan Ni) PADA  
PROFIL LATERIT BATUAN ULTRABASA DI KABUPATEN TIMOR  
TENGAH UTARA DAN KABUPATEN BELU  
PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR**

*STUDY OF CRITICAL METAL (Sc, Co, Fe AND Ni) OCCURENCES  
IN LATERITE PROFIL OF ULTRAMAFIC ROCK, FROM TIMOR  
TENGAH UTARA AND BELU DISTRICT  
EAST NUSA TENGGARA PROVINCE*

**MEINARDI NAPOH**



**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2019**



**STUDI KETERDAPATAN LOGAM PENTING (Sc, Co, Fe dan Ni) PADA  
PROFIL LATERIT BATUAN ULTRABASA DI KABUPATEN TIMOR  
TENGAH UTARA DAN KABUPATEN BELU  
PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi Magister Teknik Geologi  
Universitas Hasanuddin

Disusun dan diajukan oleh

Meinardi Napoh

kepada

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2019**



## TESIS

**STUDI KETERDAPATAN LOGAM PENTING (Sc, Co, Fe dan Ni) PADA  
PROFIL LATERIT BATUAN ULTRABASA DI KABUPATEN TIMOR  
TENGAH UTARA DAN KABUPATEN BELU  
PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR**

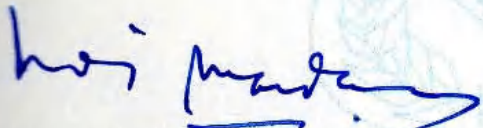
Disusun dan diajukan oleh

**MEINARDI NAPOH**  
Nomor Pokok D062171012

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis  
Pada tanggal, 18 Juli 2019  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasihat,



Dr. Eng. Adi Maulana, S.T., M.Phil  
Ketua



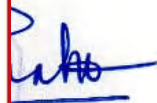
Dr. Adi Tonggiroh, S.T., M.T  
Anggota

Ketua Program Studi  
Magister Teknik Geologi  
Universitas Hasanuddin,

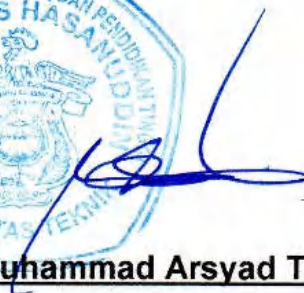
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin,



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)



Husain L, M.T



Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Meinardi Napoh  
Nomor Pokok : D062171012  
Program Studi : Teknik Geologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 18 Juli 2019  
Yang Menyatakan

Meinardi Napoh



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karuniaNYA, sehinggah tesis dengan judul “Studi Keterdapatan Logam Penting (Sc, Co, Fe dan Ni) Pada Profil laterit Batuan Ultrabasa Di Kabupaten Timor Tengah Utara dan Kabupaten Belu Provinsi Nusa Tenggara Timur”, dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini penulis tidak lupa mengucapkan rasa hormat dan terima kasih kepada Bapak Dr.Eng. Adi Maulana, S.T., M.Phil., sebagai ketua komisi penasehat dan Bapak Dr. Adi Tonggiroh,S.T., M.T sebagai anggota komisi penasehat yang dengan penuh ketabahan dan ketekunan membimbing, mengarahkan, dan membantu penulis hingga selesainya tesis ini. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Dr. Ir. Musri Mawaleda, M.T, Ibu Dr. Ulva Ria Irfan, S.T.,M.T dan Bapak Dr. Eng. Asri Jaya HS,S.T., M.T selaku dosen penguji yang juga selaku ketua Departemen Teknik Geologi Unhas, serta Ibu Dr. Ir. Hj. Ratna Husain L, M.T selaku ketua Program Studi Magister Teknik Geologi Unhas. Bapak dan Ibu dosen Departemen Teknik Geologi Unhas yang telah memberikan bimbingannya,serta staf Departemen Teknik Geologi Unhas.

Secara khusus tesis ini penulis dedikasikan kepada kedua orang

Orang tua : ( Alm. Bapak T.T. Napoh dan Ibunda L.B Pairunan ), juga kak Henni, Desti dan adikku Budiarto serta Putri Rani. Ucapan



terima kasih penulis hanturkan pula untuk teman – teman Pascasarjana Geologi khususnya angkatan 2017 dan pihak – pihak lain yang telah membantu.

Akhir kata, semoga penyusunan tesis ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca, khususnya bagi penulis.

Makassar, 18 Juli 2019  
Penulis,

Meinardi Napoh  
NIM. D062171012



## ABSTRAK

**MEINARDI NAPOH.** Studi Keterdapatn Logam Penting (Sc, Co, Fe dan Ni) Pada Profil Laterit Batuan Ultrabasa di Kabupaten Timor Tengah Utara dan Kabupaten Belu Provinsi Nusa Tenggara Timur.

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki; (1) distribusi vertikal elemen skandium (Sc) dan logam lain dalam profil batuan laterit ultramafik; (2) lokasi keberadaan unsur skandium (Sc) dan kandungan logam Co, Fe dan Ni dalam profil batuan laterit ultramafik.

Penelitian ini dilakukan di dua lokasi, yaitu di Neofmuti di kabupaten Timor Tengah Utara dan Jenilu di kabupaten Belu, analisis batuan menggunakan metode analisis mikroskopis dan ICP - OES untuk batuan dan laterit.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa batuan dasar di Neofmuti di kabupaten Timor Tengah Utara adalah komposisi batuan peridotit piroksen, serpentin, olivin, dan antigorit. Batuan dasar Jenilu di distrik Belu adalah komposisi batuan serpentin dari mineral serpentin, piroksen, olivin, dan opak. Persentase tertinggi unsur-unsur di Neofmuti adalah Co = 134 ppm, Fe = 12,8%, Ni = 2970 ppm di zona saprolit dan Sc = 30 ppm di zona limonit, sedangkan persentase tertinggi unsur di daerah Jenilu adalah Co = 207 ppm, Fe = 11,6%, Sc = 18 ppm di zona limonit dan Ni = 4460 ppm di zona saprolit. Konsentrasi Sc menunjukkan bahwa nilai tertinggi ditemukan di zona limolit pada kedua penelitian. Distribusi unsur-unsur lain yang menyebar di zona saprolit atau di zona limolit berbeda. Hasil analisis di wilayah Neofmuti dan Jenilu, elemen Skandium (Sc) terkonsentrasi dan meningkat di zona limonit. Komposisi Skandium (Sc) dikontrol oleh tipe batuan dasar. Penelitian ini menunjukkan bahwa jika konsentrasi pada batuan dasar tinggi maka konsentrasi Sc di zona pelapukan limonit akan tinggi. Peridotit mengandung komposisi Sc yang lebih tinggi daripada serpentinite.

Kata kunci : *Laterit, Unsur Scandium ( Sc ), Mikroskopis, ICP-OES.*



## ABSTRACT

**MEINARDI NAPOH.** Study Of Critical Metal (Sc, Co, Fe and Ni) Occurances In Laterite Profil Of Ultramafic Rock From Timor Tengah Utara and Belu Districts East Nusa Tenggara Province.

This study aimed to investigate; (1) vertical distribution of scandium (Sc) elements and other metals in the profile of ultramafic laterite rocks.; (2) location of the presence of scandium (Sc) elements and the content of metal Co, Fe and Ni in the profiles of ultramafic laterite rocks. The research was conducted in two locations, namely in Neofmuti in Timor Tengah Utara district and Jenilu in Belu district, rock analisys using the method of microscopic analysis and ICP – OES for the rocks and laterites.

The study results indicated that the bedrock in Neofmuti in Timor Tengah Utara district is peridotit rock composition of pyroxene, serpentine, olivine and antigorite. The bedrock Jenilu in Belu district is serpentine rock composition of serpentine, pyroxene, olivine and opaque minerals. The highest percentages of the elements in Neofmuti were Co = 134 ppm, Fe = 12.8%, Ni= 2970 ppm at saprolit zone and Sc = 30 ppm at limonit zone, while the highest percentage of elements in the area Jenilu were Co = 207 ppm, Fe = 11.6% , Sc = 18 ppm at limonite zone and Ni = 4460 ppm at saprolit zone. The concentration of Sc indicated that the highest value was found in limolit zone in both study. The distribution of other elements spreads in saprolit zone or in limolit zone was different. Result of the analysis in the Neofmuti and Jenilu regions, the Scandium (Sc) element is concentrated and increase in the limonite zone. The Scandium (Sc) composition is controlled by tipe of the bedrock. This study shows that if the concentration on bedrock is high then the concentration of Sc in the zone of limonite weathering results will be high. The peridotite contain higher Sc composition than the serpentinite.

*Keywords: laterit, element of Scandium (Sc), microscopic, ICP - OES*





## DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN TUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xvi
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Batasan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
F. Peneliti Terdahulu	5
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	7
A. Kondisi Geologi	7
1. Fisiografi Regional	8
2. Stratigrafi Regional	10
3. Struktur Geologi Regional	20
B. Geologi Lokal	22
1. Geomorfologi	22
a. Kab.TTU	22



b. Kab.Belu	22
2. Stratigrafi	23
a. Kab.TTU	23
b. Kab.Belu	24
3. Struktur Geologi	26
a. Kab. TTU	26
b. Kab.Belu	26
C Landasan Teori	27
1. Batuan Ultrabasa	27
2. Ganesa Endapan Laterit Nikel	29
3. Faktor Pembentuk Endapan Laterit Nikel	30
4. Profil Endapan Laterit Nikel	34
5. Scandium dan Logam Penting Lainnya	36
<b>BAB III. METODE PENELITIAN</b>	<b>45</b>
A. Rancangan Penelitian	45
B. Aksebilitas Daerah Penelitian	46
C. Alat dan Bahan	47
1. Alat	47
2. Bahan	48
D. Pengumpulan Data	49
E. Analisis Laboratorium	50
1. Analisis Petrografi	50
2. Analisis ICP-OES	50
F. Pengolahan Data	51
G. Kompilasi Data dan Penyusunan Laporan	51
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>53</b>
A. Hasil	53
1. Laterit	53
2. Pengambilan Sampel Batuan dan laterit	54
2.1 Kab. TTU	54
2.2 Kab. Belu	55
3. Topografi	57



3.1 Kab. TTU	57
3.2 Kab. Belu	57
3.3 Perbedaan Profil Laterit	58
4. Petrografi	59
4.1 Kab. TTU	59
4.2 Kab. Belu	61
5. Pengujian Geokimia Sampel Batuan Dan Laterit	63
5.1 Kab. TTU	63
5.2 Kab. Belu	66
B. Pembahasan Hasil Penelitian	69
1. Hubungan Antara Co, Fe, Ni Dengan SC	69
1.1 Kab. TTU	69
1.2 Kab. Belu	70
2. Distribusi Unsur Scandium pada Daerah Neofmuti dan Jenilu	70
3. Potensi Ekonomo Sc	74
<b>BAB V. PENUTUP</b>	<b>75</b>
A. Kesimpulan	75
B. Saran	76
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>77</b>



## DAFTAR TABEL

nomor		halaman
2.1	Tabel Periodik Unsur	37
4.1	Hasil pengujian ICP - OES Daerah Noefmuti Kab. TTU	64
4.2	Hasil pengujian ICP - OES Daerah Jenilu Kab. Belu	66



## DAFTAR GAMBAR

<b>nomor</b>		<b>halaman</b>
2.1	Peta Tektonik Busur Banda	8
2.2	Peta Geologi Lembar Kupang-Atambua	19
2.3	Peta Struktur Geologi Pulau Timor	21
2.4	Peta Geologi Daerah Noefmuti Kab. TTU	24
2.5	Peta Geologi Daerah Jenilu Kab. Belu	25
2.6	Klasifikasi Batuan Utrabasa	28
2.7	Profil Laterit Nikel	36
2.8	Solid Oxide Fuel Cell	38
2.9	Logam Scandium	39
2.10	Logam Nikel	41
2.11	Logam Cobalt	42
2.12	Logam Besi	44
3.1	Lokasi Pengamatan dan pengambilan data lapangan	47
3.2	Bagan Alir Penelitian	52
4.1	Profil Laterit Kabupaten TTU	55
4.2	Profil Laterit Kabupaten Belu	56
4.3	Kenampakan Topografi dan laterit Kab. TTU	57
4.4	Kenampakan Topografidan laterit Kab. Belu	58



<b>nomor</b>		<b>halaman</b>
<b>4.5</b>	Profil Nikel Laterit Daerah Penelitian	59
<b>4.6</b>	Kenampakan Batuan Peridotit Kab. TTU	60
<b>4.7</b>	Kenampakan Mikrograf Batuan Peridotit Kab. TTU	61
<b>4.8</b>	Kenampakan Batuan Serpentininit Kab. Belu	62
<b>4.9</b>	Kenampakan Mikrograf Batuan Serpentininit Kab. Belu	63
<b>4.10</b>	Grafik Kekerbatan Unsur Sc dan Co	71
<b>4.11</b>	Gambar Garfik Data Unsur Co, Fe, Ni, Sc pada zona Limonit, Saprolit, Bedrock Pada Kab. Belu	72
<b>4.12</b>	Gambar Garfik Data Unsur Co, Fe, Ni, Sc pada zona Limonit, Saprolit, Bedrock Pada Kab. TTU	73



## DAFTAR LAMPIRAN

nomor		halaman
1	Hasil Petrografi Batuan dan Laterit	1
2	Grafik Data Unsur Co, Fe, Ni dan Sc	3
3	Hasil ICP-OES Batuan dan Laterit	5
4	Peta Stasiun Pengamatan dan Pengambilan Sampel	10
5	Profil Laterit Stasiun Pengamatan	12
6	Peta Geologi Stasiun Pengamatan	14



## DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang/Symbol	Arti dan Keterangan
Sc	Scandium
Co	Cobalt
Fe	Besi
Ni	Nikel
LM	Limonit
SP	Saprolit
BD	Bedrock
TTU	Kabupaten Timor Tengah Utara
BL	Kabupaten Belu
Cm	Centimeter
m	Meter
Km <sup>2</sup>	Kilometer Persegi
Km	Kilometer
Ppm	Part Per Million, per satu juta
%	Per Seratus





# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Nusa Tenggara berada diantara bagian timur pulau Jawa dan kepulauan Banda terdiri dari pulau-pulalu kecil dan lembah sungai. Secara fisik, dibagian utara berbatasan dengan pulau Jawa, bagian timur dibatasi oleh kepulauan Banda, bagian utara dibatasi oleh laut Flores dan bagian selatan dibatasi oleh Samudra Hindia. Secara geologi Nusa Tenggara berada pada busur Banda. Rangkaian pulau ini dibentuk oleh pegunungan vulkanik muda. Pada teori lempeng tektonik, deretan pegunungan di nusa tenggara dibangun tepat di zona subduksi Indo-Australia pada kerak samudra dan dapat di interpretasikan kedalaman magmanya kira-kira mencapai 165-200 km sesuai dengan peta tektonik Hamilton (1979).

Proses tektonik yang terdapat di Timor sangatlah kompleks dan sangat mempengaruhi posisi stratigrafi batuan penyusunnya dimana intensitas tektoniknya cukup aktif dengan sesar sungkup yang cukup banyak ditemukan di bagian selatan, hal ini menyebabkan litologi yang menyusun daerah ini cukup rumit dan sering mengalami perulangan (Rosidi dkk, 1979).

batuan yang terdapat didaerah lembar peta Atambua dan Kupang beragam baik jenis maupun umurnya. Menurut Rosidi, dkk (1979),



stratigrafi regional Pulau Timor Barat tersusun dari berbagai jenis batuan terdiri dari batuan sedimen, beku,volkanik dan batuan malihan, berumur dari Kuarter sampai Pra Perem. Batuan sedimen terdiri dari batugamping, kalsilit, batupasir, lanau, serpih dan lempung sedangkan batuan bekunya adalah batuan ultrabasa dan diorit. Batuan volkanik terdiri dari breksi, lava dan tufa; batuan malihannya adalah batuan malihan berderajat rendah sampai tinggi, meliputi batusabak, filit, sekis, amfibolit dan granulit. Batuan tersebut di atas ada yang bersifat otokton dan parotokton.

Batuan ultrabasa ini terdapat di Kabupaten Timor Tengah Utara dan Kabupaten Belu sebagai Kompleks Ofiolit. Proses tektonik menyebabkan batuan ultrabasa menyebar cukup luas dan mengikuti topografi atau bentuk muka bumi yang dipengaruhi oleh struktur geologi. Kehadiran topografi ini oleh Golightly (1981) dan Chen (2006) disebut sebagai bentuk awal dari permukaan bumi ketika batuan beku ultrabasa belum mengalami proses pelapukan. Batuan ultrabasa merupakan batuan sumber terjadinya lateritisasi yang didukung oleh iklim yang ada di Indonesia. Secara kimia, batuan ultrabasa tersusun oleh komposisi silika ( $\text{SiO}_2$ ) lebih kecil dari 45%, magnesium dan unsur basa lainnya. Sifat kimia ini akan berubah dalam proses pelapukan yang hasil pelapukannya akan mengikuti pola residu in situ atau pelapukan terjadi secara vertikal dan horisontal.

Proses lateritisasi menghasilkan endapan logam diantaranya nikel.

Penelitian yang dilakukan oleh Maulana,dkk (2016), menunjukkan bahwa



selain nikel, terdapat juga logam scandium yang merupakan *rare element* yang sangat dibutuhkan bagi dunia industri saat ini. Dengan adanya keberadaan unsur scandium ini, dapat dijadikan sebagai unsur additive dalam Industri logam dan elektrolit dalam industri *fuel cell*, yaitu sebagai sumber energi di masa yang akan datang untuk memenuhi kebutuhan dunia yang sangat tinggi (Guo dkk., 1988; Hedrick, 2010; Irvine dkk., 2004).

Prospek dan potensi batuan ultrabasa pada Pulau Timor tersebut sampai sekarang belum terungkap secara detail. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji dan mengungkap lebih spesifik mengenai unsur scandium pada batuan ultrabasa di Kabupaten Timor Tengah dan Kabupaten Belu Provinsi Nusa Tenggara Timur. Adapun judul penelitian yaitu **“STUDI KETERDAPATAN LOGAM PENTING (Sc, Co, Fe dan Ni) PADA PROFIL LATERIT BATUAN ULTRABASA DI KABUPATEN TIMOR TENGAH UTARA DAN KABUPATEN BELU PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR ”**.

## B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang peneliti ambil yaitu :

1. Bagaimana distribusi unsur scandium dan hubungannya dengan logam lainnya pada profil laterit batuan ultrabasa.

Manakah letak keterdapatan unsur scandium pada profil laterit batuan ultrabasa.



### C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui distribusi secara vertikal unsur scandium dan hubungannya dengan logam lainnya pada profil laterit batuan ultrabasa.
2. Mengetahui keterdapatan unsur scandium pada profil laterit batuan ultrabasa.

### D. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang penulis batasi yaitu :

1. Letak keterdapatan scandium pada profil laterit batuan ultrabasa terutama di Kabupaten Timor Tengah Utara dan Kabuapten Belu.
2. Distribusi scandium dan hubungannya dengan logam lainnya secara vertikal pada laterit batuan ultrabasa terutama di Kabupaten Timor Tengah Utara dan Kabupaten Belu.

### E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Untuk keilmuan  
Tersedianya informasi mengenai unsur scandium di Kabupaten Timor Tengah Utara dan Kabupaten Belu.
2. Untuk insitusi

Memberikan informasi tentang kepentingan eksplorasi lanjutan dalam mencari keterdapatan unsur scandium.



- ✓ Memberikan informasi baik kepada pemerintah daerah maupun pemerintah pusat dalam pengoptimalisasian dan prospek Pemanfaatan logam penting sektor pertambangan di Provinsi Nusa Tenggara Timur terutama mengenai unsur scandium ( Sc ).
- ✓ Sebagai wujud pengawasan konservasi minerba pada PP No.55 Tahun 2010 pasal 25, point d. pengelolaan dan/atau pemanfaatan mineral ikutan serta pada point e. pendataan sumber daya serta cadangan mineral dan batubara yang tidak tertambang.

#### F. Peneliti Terdahulu

1. Adi Tonggihroh, 2009. Meneliti tentang Presisi Lapisan Endapan Nikel Laterit Berdasarkan Model Geokimia Batuan Ultramafik Daerah Soroako Sulawesi Selatan.
2. Adi Maulana dan Kenzo Sanematsu, 2014. Meneliti mengenai Geochemistry Of Scandium ( Sc ) in Nikel Laterit.
3. Adi Maulana dan Kenzo Sanematsu, (2016). Meneliti mengenai Studi Keberadaan Logam Penting ( *Critical Metal* ) Dan Logam Tanah Jarang ( *Rare Earth Element* ) Di Sulawesi.
4. A.F.Yusuf, dkk (2003), melakukan inventarisasi bahan galian non logam di daerah Kabupaten Timor Tengah Utara, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Direktorat Sumberdaya Mineral, Bandung.

rlom Ariag Gramaccioli, Valeria Diella, Francesco Artin, 2000.

neliti mengenai The Formation Of Scandium Minerals As An



Example Of The Role Complexes In The Geochemistry Of Rare Earths And HFS Elements.

6. Hiehiko S Himazaki, Zhumshing Y Ang, Ritsuro M Iyawaki and Masako S Higeoka, 2007. Meneliti mengenai Scandium Bearing Minerals in The Bayan Obo Nb- Ree-Fe Deposit, Inner Mongolia,China.
7. Joaquin. A. Proenza, John F.Lewis, Thomas Aiglsperger, dkk. Meneliti mengenai Critical metal (REE,Sc,PGE) in Ni laterites from Cuba and the Dominican Republic.
8. Laporan Eksplorasi PT. Central Buana Abadi (2010), melakukan eksplorasi pada Kecamatan Kakuluk Mesak Kabupaten Belu.
9. Laporan Eksplorasi PT. Tiara Ufar Mandiri (2010), melakukan eksplorasi pada Kecamatan Insana Fafinisu dan Insana Utara, Kabupaten Timor Tengah Utara.
10. Suwitodirdjo S dan Tjokrosaputra S (1996), melakukan pemetaan geologi regiona Lembar Kupang – Atambua berskala 1:250.000.
11. Van Bemmelen (1949), mendeskripsikan dan menyusun geologi dan sumber daya Pulau Timor yang dipublikasi dalam “The Gology Of Indonesia” Volume II, Economic Geology.



## BAB II TINJAUAN

### PUSTAKA A. Kondisi

#### Geologi

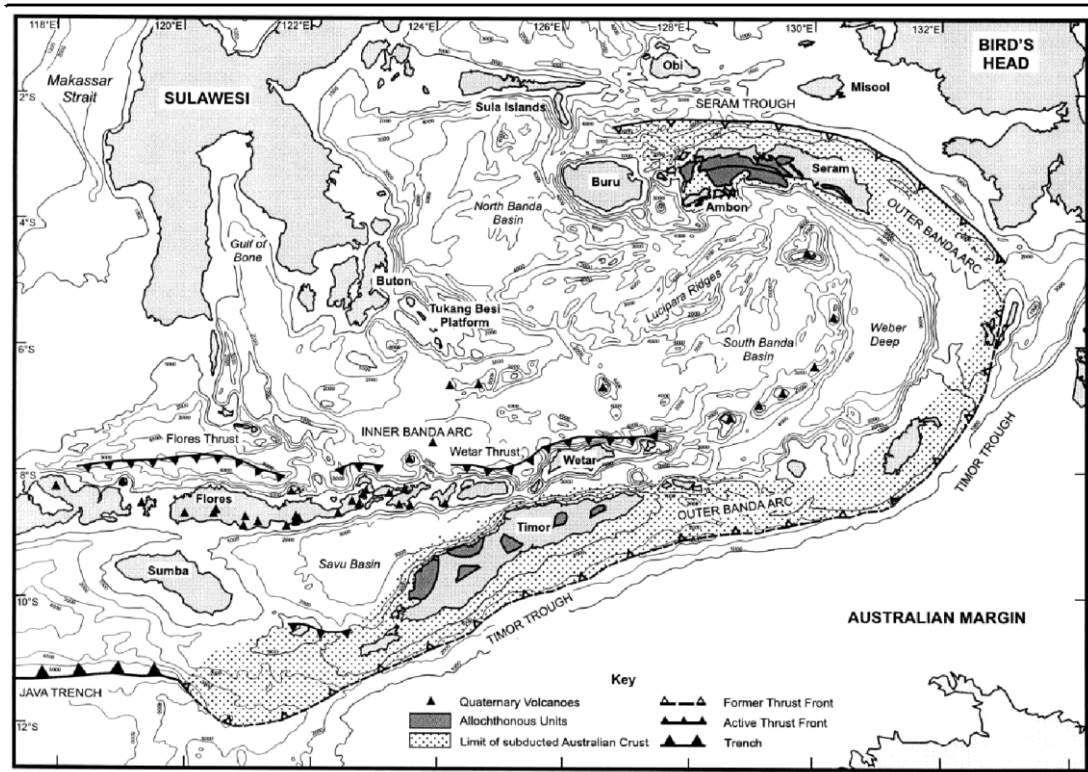
Geologi Timor yang kompleks adalah akibat dari tumbukan Lempeng Australia bagian barat laut dengan Busur Kepulauan Banda sehingga kerak Benua Australia menunjam di bawah busur kepulauan dengan arah kecondongan ke utara. Peristiwa tumbukan tersebut diperkirakan terjadi pada umur Miosen Akhir. Tumbukan awalnya terjadi di bagian tengah Timor dan kemudian berpindah ke arah barat daya (Harris, 1991).

Kemunculan Timor erat kaitannya dengan Busur Banda yang merupakan busur kepulauan ganda berbentuk tapal kuda yang merupakan pertemuan antara 3 lempeng utama yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng Eurasia (Hamilton, 1979). Busur Banda sering juga disebut *Banda Suture* karena merupakan zona pertemuan dari tiga lempeng yang berbeda (Hall & Wilson, 2000).

Secara umum Busur Banda (Gambar 2.1) dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu: Busur Banda bagian dalam, merupakan busur vulkanik yang terdiri atas batuan vulkanik dominan kalk-alkali, serta endapan  
plastik dan karbonat. Busur Banda bagian luar, terdiri atas



campuran batuan beku, sedimen, dan metamorf dengan struktur geologi yang kompleks. Timor sendiri termasuk dalam Busur Banda bagian luar.



**Gambar 2.1** Peta Tektonik Busur Banda (Hall & Wilson, 2000)

## 1. Fisiografi Regional

Secara fisiografi daerah Timor Barat digolongkan dalam 5 satuan fisiografi (Rosidi dkk, 1979) yaitu : Pegunungan kasar, dataran tinggi, pegunungan bergelombang, Fatu (istilah untuk gunung/batu yang dipakai oleh Rosidi dkk,1979) dan Dataran rendah, yaitu :



unungan Kasar, terdapat di pantai utara dan tersusun dari batuan beku. Membentuk pegunungan yang cukup tinggi dengan salah satu puncaknya mencapai ketinggian 1.228 m di atas



permukaan laut. Pegunungan berlereng terjal dengan lembah sempit, secara keseluruhan memberikan kenampakan permukaan kasar. Pola aliran yang berkembang pada satuan ini adalah pola aliran trellis, dimana setiap sungai yang berkembang pada satuan ini hampir sejajar, dengan pola aliran yang membentuk tulang daun. Umumnya sungai yang ada merupakan sungai intermitten yaitu sungai yang mengalir pada saat musim penghujan.

- b) Dataran Tinggi, tersusun oleh batugamping koral yang mengalami pengangkatan dengan ketinggian berkisar antara 200 – 500m. Satuan ini membentuk plato dengan permukaan yang kasar, hampir datar atau sedikit miring, dengan kelerengan terjal sampai agak landai. Pada satuan ini berkembang gejala topografi karts akan tetapi belum terlihat dengan jelas.
- c) Pegunungan Bergelombang, sebagian besar pulau Timor ditempati oleh satuan ini, yang terdiri dari rangkaian pegunungan berlereng landai sampai agak terjal, tersusun oleh batuan yang bersifat lempungan atau batuan lainnya yang bersifat tidak padat dan mudah tererosi, serta sering dijumpai adanya gejala rayapan dan tanah longsor. Pada punggung dari satuan ini umumnya terdapat puncak-puncak yang menonjol bila dibandingkan dengan daerah di sekitarnya dan umumnya berupa batuan yang tahan adap proses erosi sehingga adanya tekuk pada lereng antara an ini dengan batuan lempungan yang terdapat di sekitarnya



terlihat sangat jelas. Puncak atau tonjolan ini dikenal dengan nama Fatu.

- d) Fatu, yang artinya batu atau gunung. Satuan ini mudah dikenal karena kenampakannya membentuk tonjolan yang berbeda dengan keadaan sekitarnya. Satuan ini tersusun oleh batuan yang tahan terhadap erosi, seperti batuan malihan, batugamping atau batuan beku. Ketinggian puncak-puncak fatu ini berbeda dan salah satunya adalah Nuaf Mutis, 2427 m di atas permukaan laut dan merupakan puncak tertinggi di Timor bagian barat.
- e) Dataran Rendah, terdapat di muara sungai besar, sebagian merupakan rawa dan umumnya tergenang air pada saat pasang naik, termasuk dataran yang berada diantara perbukitan serta beberapa endapan sungai yang membentuk undak dengan ketinggian mencapai 45 meter di atas alas sungai

## 2. Stratigrafi Regional

Menurut Rosidi H.M.D, dkk (1979) stratigrafi regional Pulau Timor Barat tersusun dari berbagai jenis batuan yang sangat beragam. Batuan penyusun di sekitar daerah penyelidikan berturut-turut dari yang paling tua terdiri dari Komplek Mutis (Ppm), Formasi Bisane (Ph), Formasi Aitutu (Tra), Formasi Maubisse, Formasi Noil Toko (Tmn),



Komplek Bobonaro (Tb), Formasi Noele (Qtn), Batugamping Koral (Ql), Konglomerat dan Kerakal (Qac), serta Aluvium (Qa).

Berdasarkan peta geologi lembar Kupang dan lembar Atambua skala 1:250.000 yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi tahun 1996 (Gambar 2.2), stratigrafi Pulau Timor Barat secara lengkap adalah sebagai berikut :

- a) Formasi Bisane (Pb), bagian bawah terdiri dari lapisan seragam serpih kelabu kehitaman yang diselingi oleh batulanau berwarna keunguan, batupasir berwarna kemerahan yang umumnya gampingan dan batusabak. Di bagian atas, lapisan batupasir menebal, sedang serpih makin sedikit. Terdapat sisipan batugamping dan serpih pasiran. Batupasir berupa batupasir kuarsa kelabu, greywacke, batupasir mikaan atau batupasir karbonan kehijauan.
- b) Formasi Aitutu (Ta), bagian bawah terdiri dari selang-seling tipis batulanau beraneka warna (kemerahan, coklat, kelabu, kehijauan) dengan napal dan batugamping. Terdapat sisipan-sisipan batupasir kuarsa, batupasir mikaan, rijang dan batugamping hablur. Di bagian atas terdiri dari pergantian perlapisan kalsilutit putih agak kekuningan mengandung urat-urat kalsit dengan serpih yang berwarna kelabu. Tersingkap baik di sekitar Nuaf Kekneno.
- c) Formasi Wailuli (Jw), Kalkarenit, serpih lanauan, napal, greywacke yang umumnya berwarna kelabu sampai kehijauan. Kalkarenit berwarna putih dengan bintik-bintik kelabu kehijauan. Umumnya



berlapis baik dan belum mengalami deformasi dalam. Singkapannya yang bagus ditemukan di sungai Oitbolan.

- d) Formasi Nakfunu (Kna), endapan laut dalam berupa batulanau rijangan dan serpih rijangan mengandung radiolaria, napal lanauan, rijang radiolaria dan kalsilutit. Dijumpai pula kandungan manganit dan besi mangani. Batulanau rijangan radiolaria dan serpih serta napal lanauan berwarna terang (kuning pucat, kelabu muda dan coklat muda), sedangkan rijang berwarna warni (merah tua, kehijauan, kuning pucat dan kecoklatan). Kalsilutit dan rijang gampingan berwarna semu merah jambu sampai merah muda.
- e) Formasi Ofu (Tko), bagian bawah terdiri dari endapan laut dalam berupa kalsilutit yang berwarna merah jambu sampai coklat kemerahan, napal dan serpih dengan sisipan rijang radiolaria yang berwarna kekuning-kuningan. Rijang bermacam-macam warna sering dijumpai dalam kalsilutit. Bagian atas terdiri dari napal putih berbintik merah jambu, napal putih dan kalsilutit yang berwarna putih.
- f) Formasi Noil Toko (Tmn), konglomerat, batugamping konglomeratan, batugamping globigerina, batu-pasir gampingan, napal, tuf, tufa gampingan dan serpih. fragmen konglomerat terdiri dari batuan yang berasal dari Komplek Mutis, seperti sekis dan ampibolit, batu sabak rijang yang berasal dari formasi yang lebih tua, batuan vulkanik nasi Maubisse dan batugamping yang mengandung Alveolina mungkin berasal dari Formasi Haulasi. Batugamping



konglomeratan berwarna keputihan dan sebagian terekat oleh batupasir halus gampingan dan napalan. Batugamping globigerina berwarna putih kotor sampai kekuning-kuningan, batupasir gampingan kecoklatan, berbutir sedang sampai kasar dengan struktur sedimen silang-siur.

- g) Formasi Cablac (Tmc), bagian bawah terdiri dari kalsilutit dan batugamping oolitik, sedangkan bagian atas terdiri dari batugamping pejal, sebagian berupa batugamping koral, kalkarenit dan kalsirudit. Formasi ini menindih secara tak selaras maupun secara tektonik Formasi Aitutu, Metan dan Komplek Mutis. Ketidakselarasan ditandai adanya konglomerat alas yang berasal dari formasi-formasi yang ditutupinya. Formasi ini dijumpai pula sebagai bongkah-bongkah asing dalam Komplek Bobonaro. Pengamatan lapangan menunjukkan bahwa Formasi Cablac ini saling menjari dengan Formasi Noil Toko.
- h) Formasi Batuputih (Tmpb), daerah Terban Tengah bagian bawah terdiri dari kalsilutit, tufa, sedikit napal dan batugamping arenit. Sedangkan di bagian atas terdiri dari napal, kalkarenit, batupasir, batupasir napalan, napal lanauan dan sedikit konglomerat. Kalsilutit berwarna putih, pejal, banyak mengandung foraminifera dan kadang-kadang pecahan cangkang lamelibranchia. Tufa gelas berwarna

abu, menunjukkan perlapisan bertahap dan konvolut. Kalkarenit berbutir kasar, berwarna kelabu, menunjukkan struktur bioturbasi,



silang siur serta nendatan. Batupasir berbutir kasar dan berwarna kelabu.

- i) Kompleks Mutis (Ppm), batuan malihan berderajat rendah sampai tinggi terdiri dari batu sabak, filit, sekis, amfibolit, sekis amfibolit, kuarsit, genes amfibolit dan granulit. Batu sabak keabu-abuan, kecoklatan sampai coklat tua dengan foliasi sempurna. Filit berupa filit serisit, filit arkosa-albit, filit grafit dan filit kuarsitan. Sekis terdiri dari sekis epidot-klorit-aktinolit, sekis kuarsa-karbonat-muskovit-klorit dan setempat ditemukan pula sekis kuarsitan-granit pidmontit. Amfibolit merupakan bagian terbesar di dalam Komplek Mutis.
- j) Formasi Maubisse (TPml-TPmv), terdiri dari batugamping merah kecoklatan sampai ungu (TPml) dan lava bantal (TPmv) yang diduga saling menjari. Bagian bawah terdiri dari batugamping pejal berlapis baik dengan selingan tipis rijang. Semakin ke atas per lapisannya menjadi samar dan akhirnya merupakan batu gamping pejal tidak berlapis. Di bagian atas ditemukan sisipan-sisipan serpih pasir berwarna merah jambu sampai kecoklatan. Batuan tersebut umumnya telah mengalami ubahan dan tektonik lanjut dan mungkin berulang-ulang.

- k) Formasi Noni (Kno), batuan sedimen laut dalam terdiri dari rijang plaria, berlapis baik dan umumnya berwarna kehijauan di bagian dan kemerahan sampai coklat serta ungu tua di bagian dalam. Formasi ini telah mengalami deformasi lanjut, kadang-kadang



ditemukan lipatan asimetris dengan sumbu perlipatan tak teratur dan bidang perlapisannya terpotong-potong.

l) Formasi Haulasi (Tpah), terdiri dari batuan sedimen laut dangkal yaitu greywacke konglomeratan, batupasir, serpih tufaan dan napal kelabu sampai kehijauan yang berlapis baik. Material vulkanik umumnya dijumpai dalam formasi ini. greywacke konglomeratan berstruktur longсорan dengan fragmen batuan berasal dari Komplek Mutis maupun Formasi Noni dapat diamati di dekat desa Haulasi. Formasi ini telah mengalami perlipatan lanjut dan pensesaran-pensesaran.

m) Formasi Metan (Tem), agglomerat dengan komponen-komponen yang bersudut dan bersudut tanggung dalam masadasar tufa. terdiri dari andesit dan tufa gelas yang ukurannya mencapai sebesar kepala tangan. Umumnya tidak terpilahkan, pejal tetapi di beberapa tempat berlapis baik. Masa dasar tufa kasar yang berwarna putih kotor, kuning kotor sampai kehijauan yang kadarnya semakin ke atas semakin besar. Di antara agglomerat dan tufa tersebut didapatkan sisipan-sisipan lava. Umumnya berkomposisi andesit, sebagian bertekstur gelas dan mengandung hornblenda. Pada bagian atas agglomerat di dapat lensa-lensa batugamping dan napal pasiran yang berwarna kelabu muda sampai kelabu tua, banyak mengandung

minifera maupun ganggang. Disamping batuan di atas didapat serpih napalan berwarna kelabu tua, rapuh dan banyak urat tnya serta lapisan-lapisan napal tufaan.



n) Formasi Manamas (Tmm), terutama terdiri dari breksi vulkanik yang pejal dengan sisipan lava dan tufa hablur. Breksi vulkanik yang merupakan bagian terbesar mempunyai komponen-komponen yang berkomposisi basal piroksen yang mengandung olivin, basal gelas, andesit augit, sienit atau trakit nefelin dan diabas. Masa dasar terdiri dari tufa yang berwarna kecoklatan sampai kehijauan, kemungkinan akibat kloritisasi. Lavanya ialah lava bantal yang berkomposisi andesit dan basal, berkekar dan sebagian telah mengalami kloritisasi. Batuan ini telah amat terkekarkan dan terpecahkan.

o) Komplek Bobonaro (Tb) Secara litologi terdiri dari 2 bagian pokok, yaitu:

a) Lempung bersisik, menunjukkan cermin sesar, lunak, berwarna merah tua, kehijauan, hijau keabuan, merah kecoklatan, abu-abu kebiruan dan merah jambu. Terlihat garis-garis alir dengan perdaunan lemah, terutama apabila matrik lempung ini terdapat di sekitar batuan yang kompeten seperti bongkah-bongkah asing. Kadang mengembang bila lapuk, memperlihatkan kemas jagung berondong. Lempung bersisik ini merupakan matrik dari bongkah-bongkah asing yang berasal dari formasi batuan yang lebih tua.

b) Bongkah-bongkah asing ( *exotic blocks*) yang bermacam

kurannya seperti batupasir mikaan Formasi Bisane, batugamping Formasi Cablac, rijang, batuan ultrabasa, lava bantal dan batugamping krinoida Formasi Maubisse, batuan dari Komplek





Mutis, Formasi Ofu, Formasi Nakfunu dan batuan yang lain. Ketebalan kompleks Bobonaro sangat bervariasi dan sangat sulit diperkirakan mengingat sifat fisiknya.

- p) Diorit-Diorit Kuarsa (Ted), berukuran kristal halus sampai kasar dan beberapa diantaranya bertekstur diabas. Mineral mafik yang sering dijumpai adalah hornblenda, sedangkan piroksen ditemukan dalam jumlah sedikit. Feldspar, baik ortoklas maupun plagioklasnya berkristal sedang dan sebagian telah terseritkan. Magnetit dan pirit umum dijumpai pada batuan ini.
- q) Batuan Ultrabasa (ub), basalt, lertzolit dan serpentit. Basal berwarna abu-abu tua, porfiritik dan vesikular sedangkan lertzolit berwarna kehijauan, hypidiomorfik, banyak mengandung mineral hitam, retak-retak dan mengalami serpentinisasi. Serpentin yang merupakan bagian terbesar berwarna hijau tua, kadang-kadang dengan bintik hitam dan putih. Bintik-bintik hitam terdiri dari mineral magnetit, sedangkan bintik-bintik putihnya adalah mineral antigorit yang berbutir kasar sampai halus.
- r) Formasi Noele (QTn), napal pasiran berselang seling dengan batupasir, konglomerat dan sedikit tufa dasit. Perubahan fasies ke arah lateral maupun perubahan litologi ke arah vertikal sangat cepat.

al berwarna putih keabu-abuan, pasiran, kadang - kadang un. Komponen konglomerat agak membulat sampai membulat g berasal dari rombakan batuan malihan dan batuan yang lebih tua



lainnya serta “clay pellets”. Tufa berwarna putih, bersusunan dasit, berlapis tipis sejajar dan konvolut, sebagai sisipan dalam napal.

- s) Batugamping Koral (Ql), umumnya terdiri dari batugamping koral yang berwarna putih sampai kekuning-kuningan dan kadang-kadang kemerahan serta batugamping napalan. Setempat-setempat berkembang pula batugamping terumbu dengan permukaan kasar dan berongga. Di bagian bawah biasanya menunjukkan perlapisan yang hampir datar atau terungkit sedikit, sedangkan di bagian atas perlapisan tersebut tidak terlihat. Satuan ini membentuk topografi yang agak menonjol berupa bukit memanjang dengan puncak-puncak yang hampir datar.
- t) Endapan Teras Sungai Tua (Qac), endapan klastika kasar seperti konglomerat, kerikil, kerakal dan bongkah dengan selingan batupasir berstruktur silang siur terutama di bagian bawah. Perekatan oleh kalsit dan limonit agak kuat di bagian bawah dan semakin berkurang ke bagian atas dan akhirnya berupa endapan lepas di bagian paling atas. Endapan ini membentuk undak-undak sungai yang di beberapa tempat mencapai ketinggian 45 meter di atas dataran banjir yang sekarang.

- u) Aluvium (Qa), pasir, kerikil, kerakal yang berasal dari bermacam-

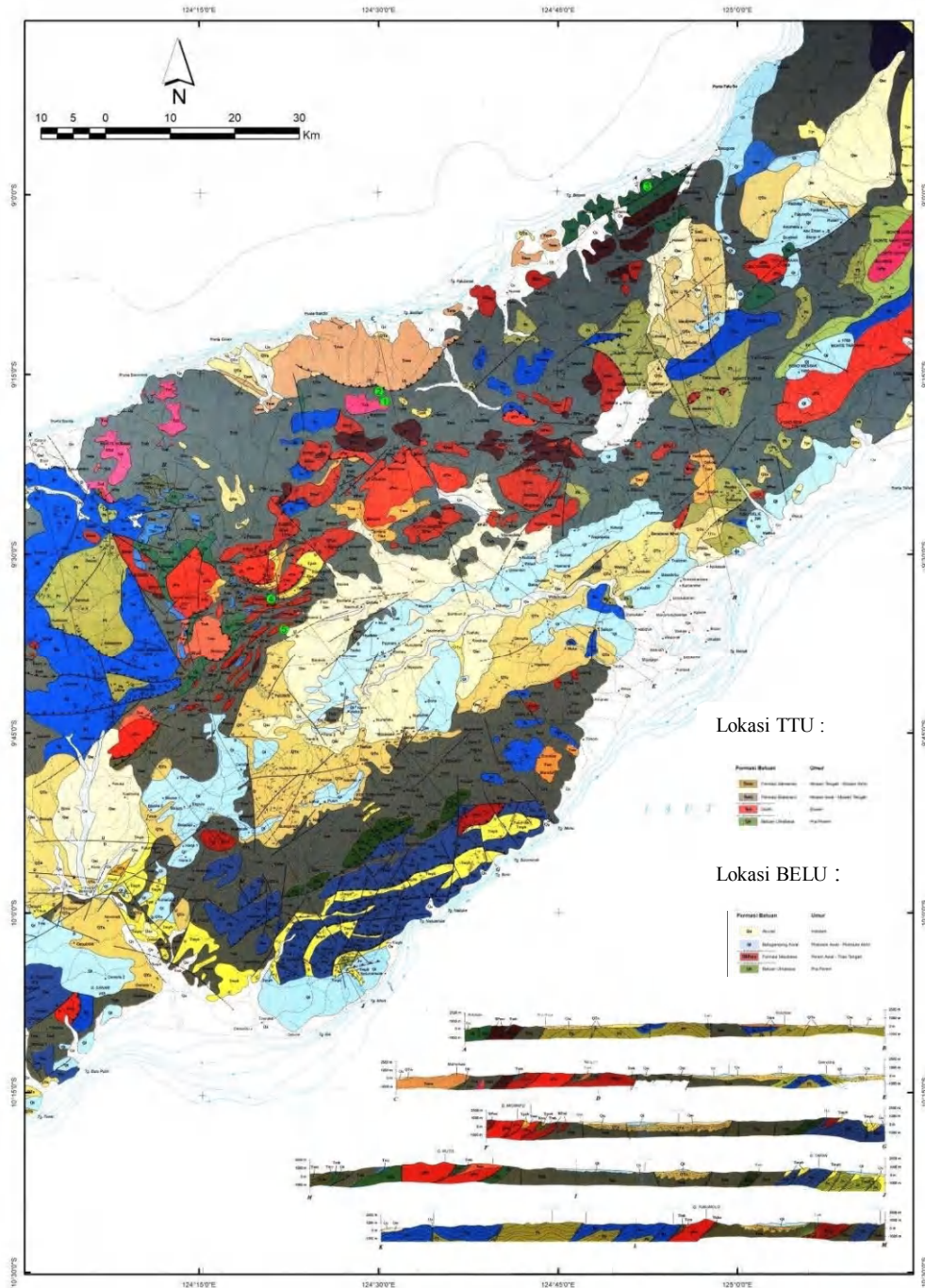
am batuan, terdapat pada dataran banjir sungai-sungai besar.

ampung pasir dan lumpur hitam terdapat di daerah rawa-rawa dan

ran

pantai.





bar 2.2 Peta Geologi Lembar Kupang-Atambua (Suwitodirdjo S dan Tjokrosaputra S, 1996)



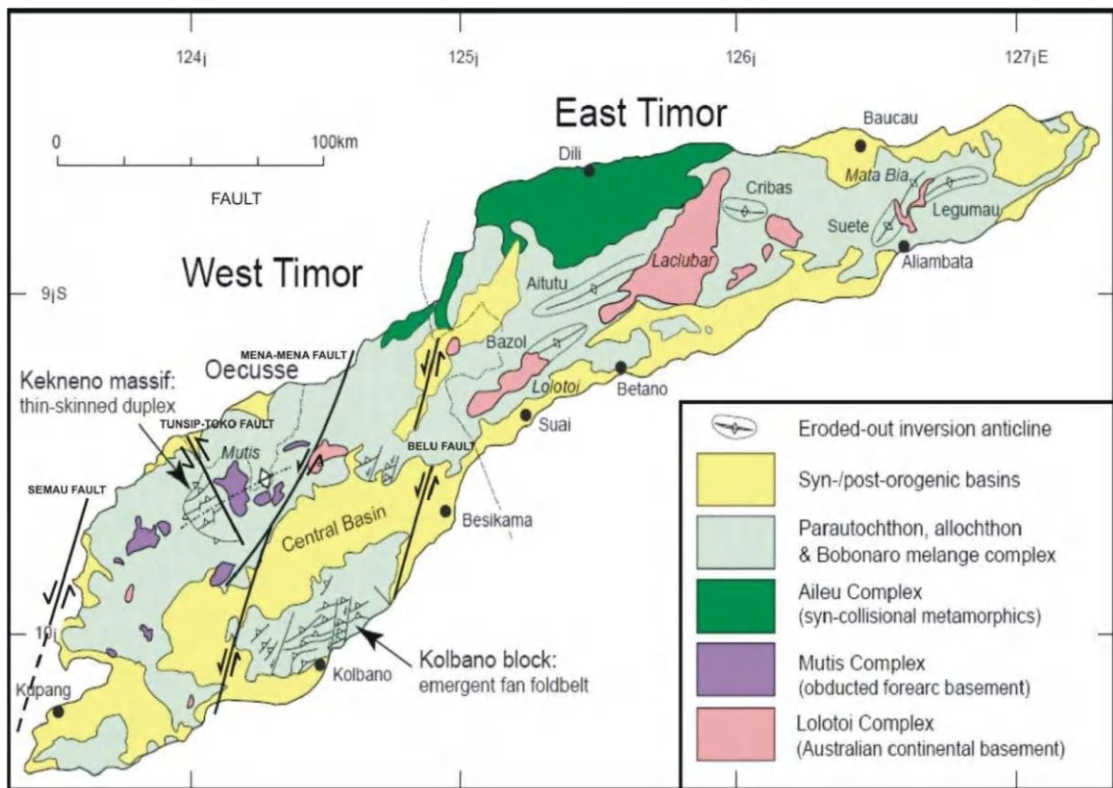
### 3. Struktur Geologi Regional

Secara regional, struktur geologi yang terdapat di Timor sangat kompleks. Struktur utama yang ditemukan antara lain adalah lipatan, sesar naik, dan sesar mendatar mengiri. Struktur geologi yang berkembang secara umum dibentuk oleh tegasan-tegasan utama utama yang berarah baratlaut - tenggara (NW-SE).

Struktur lipatan hadir sebagai Antiklin Aitutu yang berarah baratdaya-timurlaut dan Antiklin Cribas yang berarah barat - timur (W-E). Tiga sesar utama di Pulau Timor adalah Sesar Semau, Sesar Mena-mena, dan Sesar Belu. Ketiganya merupakan sesar mendatar mengiri dengan arah bidang sesar yang relatif sama yaitu berarah timurlaut - baratdaya (NE-SW). Selain itu juga terdapat Sesar Tunsip-Toko yang juga merupakan sesar mendatar mengiri namun dengan arah bidang sesar yang berbeda yaitu berarah baratlaut - tenggara (NW-SE).

Sesar naik banyak dijumpai pada Blok Kolbano yang secara struktur merupakan jalur anjakan-lipatan (Gambar 3). Lipatan yang terbentuk memiliki sumbu relatif timur-barat (E-W) dan terbentuk pada Plio-Pleistosen. Arah sesar naik umumnya berarah relatif timur - barat (E-W) dan berasosiasi dengan terbentuknya lipatan di Kolbano. Sesar mendatar mengiri berkembang intensif di selatan blok Kolbano dengan umum utara timurlaut - selatan baratdaya (NNE-SSW).





**Gambar 2.3** Peta Struktur Geologi Pulau Timor (Charlton, 2001)

Proses perkembangan tektonik Pulau Timor dimulai sejak Kapur sampai Eosen Akhir. Selama selang waktu tersebut terjadi tumbukan antara busur kepulauan Paleo-Timor dengan Lempeng Samodra Hindia, akibat dari pergerakan lempeng Australia ke utara, dengan zona penunjaman condong keutara yang mengakibatkan terjadinya:

- Pembentukan batuan campur aduk ( Ofiolit Complex )
- Pengendapan Formasi Noni, Haullasi, dan Formasi Ofu

terbentuknya batuan basa dan ultra basa

metamorfisme Formasi Maubisse



## B. Geologi Lokal

### 1. Geomorfologi

#### a. Geomorfologi Kabupaten Timur Tengah Utara

Daerah Penyelidikan berdasarkan kajian pengamatan lapangan termasuk dalam Satuan Perbukitan Kasar yang merupakan perbukitan dengan lereng-lereng terjal dan lembah lembah yang sempit, satuan morfologi ini terdapat diwilayah kecamatan Insana diantara Bakitolas dan Wini yang tersusun dari batuan beku dan batuan vulkanik. Geologi daerah pengamatan hampir didominasi oleh Formasi Kompleks Bobonaro, yang menempati di bagian barat laut dan tenggara, salah olah dipisahkan Formasi Metan dan Formasi Konglomerat dan Kerakal yang memanjang ke arah timur laut- barat daya.

Tipe morfologi di sekitar lokasi pengambilan sampel, berupa perbukitan dengan relief bergelombang/miring dengan *slope* 10 – 17° dan beda tinggi berkisar antara 50–75 meter, jenis soil residual dengan tingkat pelapukan rendah dicirikan oleh ketebalan soil yang berkisar 4–6 cm serta jenis vegetasi umumnya berupa semak belukar. Warna soil abu-abu kehijauan hingga merah kecokelatan.

#### b. Geomorfologi Kabupaten Belu

Daerah Penyelidikan berdasarkan kajian pengamatan lapangan k dalam Satuan Perbukitan Bergelombang yang merupakan an dengan lereng landai sampai agak terjal, pada beberapa



tempat terdapat bukit bukit yang menonjol. Secara topografi sebagian besar wilayah dengan kelerengan ganda, terdapat beberapa puncak perbukitan dengan ketinggian 601 m di atas permukaan laut. Desa Jenilu sebagian besar merupakan daerah dataran dengan rata-rata ketinggian antara 351-370 m di atas permukaan laut yang mempunyai lereng 0-2%.

Tipe morfologi di sekitar lokasi ini, umumnya berupa perbukitan dengan relief bergelombang/miring dengan *slope* 8 – 15° dan beda tinggi berkisar antara 47–68 meter, jenis soil residual dengan tingkat pelapukan rendah-sedang dicirikan oleh ketebalan soil yang berkisar 4–7 cm serta jenis vegetasi umumnya berupa tumbuhan perdu dan semak belukar. Warna soil cokelat kehitaman hingga merah.

## 2. Stratigrafi

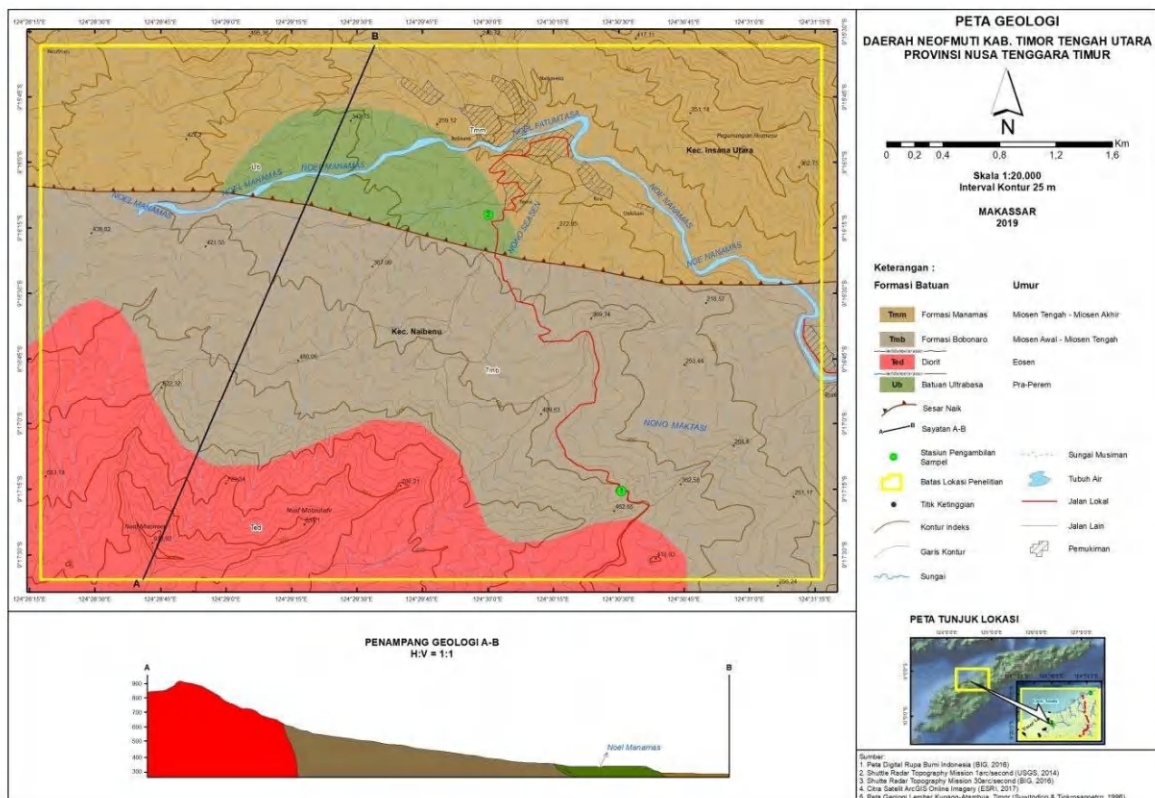
### a. Stratigrafi Kabupaten Timur Tengah Utara

Pada lokasi ini dijumpai singkapan batuan beku dengan arah N72°E atau sejauh ±47 km dari kota kefamenanu ibu kota kabupaten Timor Tengah Utara. Dimensi singkapan batuan beku memiliki panjang ±32 meter, lebar 8 meter dan tinggi 7 meter, dengan arah pengamatan ideal N340°E. Arah Penyebaran batuan relatif dari Timur Laut ke Selatan.

Statigrafi termasuk dalam Formasi Manamas (Tmm), berumur Miosen Akhir, Kompleks Bobonaro (Tb) berumur Oligosin-Pliosen, Diorit (Tsd) berumur Eosen dan pada batuan Ultrabasa (Ub) berumur Pra Eosen terdiri dari lerzolit dan serpentinit, berwarna abu-abu tua kehijauan,



berwarna hijau muda sampai tua, sebagian besar telah terlapukkan dan terubah sehingga sangat rapuh.



**Gambar 2.4** Peta Geologi Daerah Noefmuti Kabupaten TTU.

### b. Stratigrafi Kabupaten Belu

Pada stasiun ini dijumpai singkapan batuan beku dengan arah  $N127^{\circ}E$  atau sejauh  $\pm 40$  km dari perbatasan Indonesia – Timor Leste.

Dimensi singkapan batuan beku memiliki panjang  $\pm 29$  meter, lebar 6

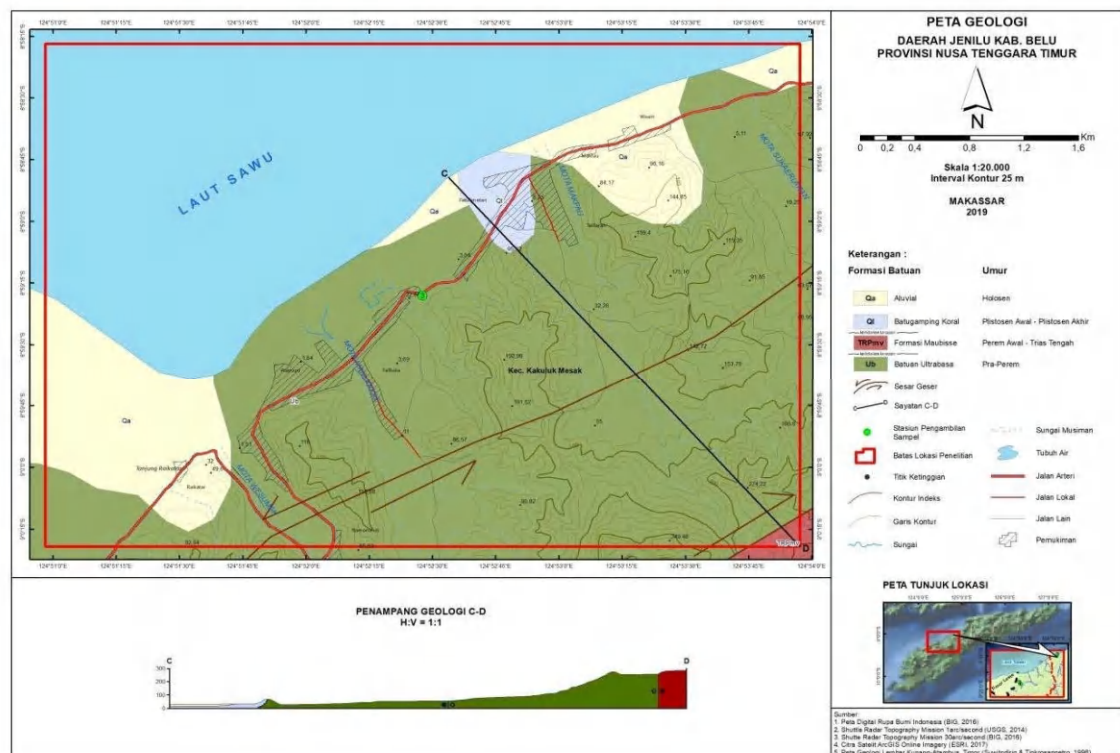
dan tinggi 8 meter, dengan arah pengamatan ideal  $N352^{\circ}E$ . Arah

ran batuan relatif dari Barat Daya ke Utara.





Statigrafi disusun oleh satuan alekton yaitu endapan aluvial (Qa) berumur Holosen, Batugamping Korai (Ql) berumur Pistosen Awal-Plistosen Akhir, Formasi Maubessi (TRPmv) berumur Perem Awal-Trias Tengah dan pada batuan Ultrabasa (Ub) berumur Pra Perem terdiri dari lerzolit dan serpentinit, dan pada Desa Jenilu batuan ultrabasa telah mengalami serpentinisasi.



**Gambar 2.5** Peta Geologi Daerah Jenilu Kabupaten Belu.



### 3. Struktur Geologi

#### a. Struktur Geologi Kabupaten Timur Tengah Utara

Struktur yang dijumpai adalah sesar naik dan sesar geser serta banyak kontak antara batuan merupakan kontak sesar seperti kontak antara Formasi Manamas dengan Kompleks Bobonaro berupa kontak sesar naik, antara Formasi Mutis dan Formasi Maubessi juga kontak sesar naik.

#### b. Struktur Geologi Kabupaten Belu

Struktur yang dijumpai adalah sesar naik, sesar geser dan banyak kontak antara batuan merupakan kontak sesar seperti kontak antara batuan vulkanik Tersier (Tmm) dengan batuan Kompleks Bobonaro yang merupakan kontak sesar naik, antara Kompleks Mutis (PPm) dengan batuan Formasi Maubessi (TRPml) yang juga kontak sesar naik, antara Formasi Aitutu-Maubessi-Bisane juga kontak sesar naik. Struktur pelipatan terdapat pada batuan Formasi Mutis dan Formasi Aitutu, kelurusan terdapat di Kecamatan Biboki Utara antara Fatubesi dan Tuabatan, berarah Baratdaya-Timurlaut.



## C. Landasan Teori

### 1. Batuan Ultrabasa

Batuan beku ultrabasa adalah batuan beku yang secara kimia mengandung kurang dari 45% dari komposisinya. Kandungan mineralnya didominasi oleh mineral-mineral berat dengan kandungan unsur-unsur seperti Fe (besi/iron) dan Mg (magnesium) yang disebut juga mineral ultramafik. Batuan beku ultrabasa hanya dapat terbentuk secara plutonik, dikarenakan materi magma asalnya yang merupakan magma induk (*parent magma*) yang berasal dari asthenosfer. Kehadiran mineralnya seperti olivin, piroksin, hornblende, biotit dan sedikit plagioklas. Pada batuan beku ultrabasa hampir tidak ditemukan mineral kuarsa. Batuan beku ultrabasa ini juga hanya bertekstur afanitik karena sifat dan tempat terbentuknya yang plutonik (Carpenter, 1978).

#### 1.1. Klasifikasi Batuan Ultrabasa

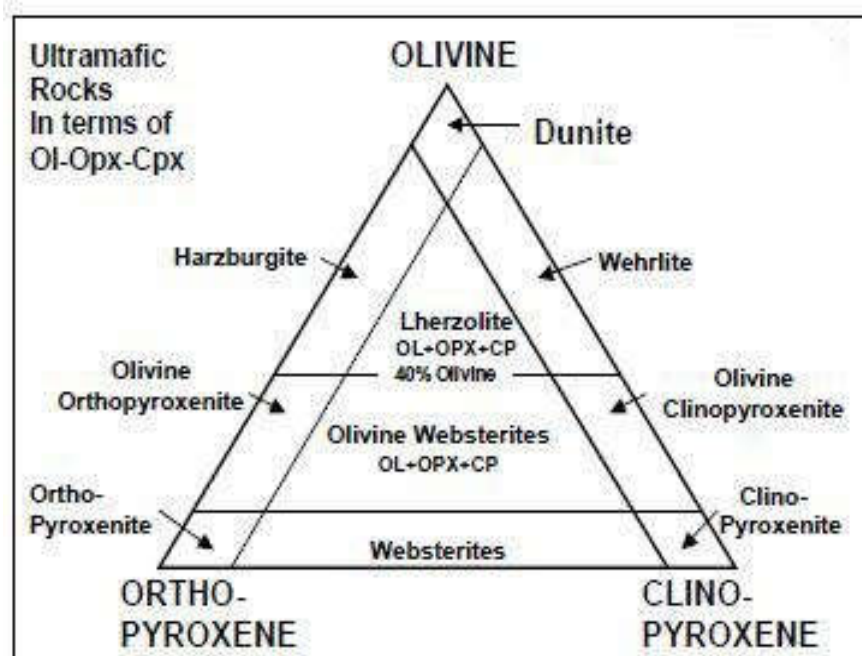
Klasifikasi Batuan Ultrabasa terdiri dari :

1. Peridotit adalah batuan beku padat, berbutir kasar dan sebagian besar terdiri dari mineral olivin dan piroksin. Peridotit adalah batuan ultrabasa karena mengandung kurang dari 45% silika. Peridotit tinggi magnesium, dengan proporsi olivin yang tinggi dengan besi yang cukup.
2. Dunit adalah batuan beku plutonik, komposisi ultrabasa dengan tekstur kasar. Pengelompokan mineral olivin lebih



besar dari 90%, dengan sejumlah kecil mineral lain seperti piroksin, kromit dan pyrope.

3. Harzburgite, mengandung berbagai peridotit yang sebagian besar terdiri dua mineral, olivin ( 60% ) yang rendah kalsium ( Ca ) dan piroksin ( 40% ).
4. Lherzolite adalah batuan beku ultrabasa, berbutir kasar yang terdiri dari 40% sampai 90% olivin bersama dengan orthopyroxen dan lebih rendah mengandung Ca clinopyroxene ( 10% ).
5. Piroksenit merupakan batuan beku ultrabasa yang terdiri dari kelompok mineral piroksin, seperti augit dan diopside.



gambar 2.6 Klasifikasi Batuan Ultrabasa ( Streckeisen, 1974).



## 2. Genesa Endapan Laterit Nikel.

Proses terbentuknya laterit dimulai dari peridotit sebagai batuan induk. Batuan induk ini akan berubah menjadi serpentin akibat pengaruh larutan hidrotermal atau larutan residual pada waktu proses pembentukan magma (proses serpentinisasi) dan akan merubah batuan peridotit menjadi batuan serpentin peridotit (Golightly, 1979). Sedangkan proses kimia dan fisika dari udara, air serta pergantian panas dingin yang bekerja kontinu (berkelanjutan), menyebabkan disintegrasi dan dekomposisi pada batuan induk.

Pada pelapukan kimia khususnya, air tanah kaya akan yang berasal dari udara dan pembusukan tumbuhan-tumbuhan akan menguraikan mineral-mineral yang tidak stabil (olivin dan piroksin) pada batuan ultrabasa, kemudian menghasilkan Mg, Fe, Ni yang larut dan Si yang cenderung membentuk koloid dari partikel-partikel silika sangat halus. Didalam larutan Fe teroksidasi dan mengendap sebagai ferri-hidroksida, akhirnya membentuk mineral-mineral seperti goethit, limonit, dan hematit dekat permukaan. Bersama mineral-mineral ini selalu ikut serta unsur cobalt dalam jumlah kecil.

Larutan yang mengandung Mg, Ni, dan Si terus menerus mengalir ke bawah tanah selama larutan bersifat asam, hingga pada suatu kondisi dimana suasana cukup netral akibat adanya kontak dengan tanah dan maka kecenderungan untuk membentuk endapan Hidrosilikat. Nikel terkandung dalam rantai silikat atau hidrosilikat dengan komposisi



bervariasi tersebut akan mengendap pada celah-celah atau rekahan-rekahan yang dikenal dengan urat-urat garnierit dan krisopras. Sedangkan larutan residunya akan membentuk suatu senyawa yang disebut saprolit yang berwarna coklat kuning kemerahan. Unsur - unsur lainnya seperti Ca dan Mg yang terlarut sebagai bikarbonat akan terbawa ke bawah sampai batas pelapukan dan akan diendapkan sebagai dolomit, magnesit yang biasa mengisi celah-celah atau rekahan-rekahan pada batuan induk.

### 3. Faktor Pembentukan Endapan Laterit Nikel.

Menurut Golightly (1981), proses dan kondisi yang mengendalikan proses lateritisasi batuan ultramafik sangat beragam dengan ukuran yang berbeda sehingga membentuk sifat profil yang beragam antara satu tempat ke tempat lain, dalam komposisi kimia dan mineral, dan dalam perkembangan relatif tiap zona profil. Faktor yang mempengaruhi efisiensi dan tingkat pelapukan kimia yang pada akhirnya mempengaruhi pembentukan endapan adalah:

#### 1. Iklim.

Iklim yang sesuai untuk pembentukan endapan laterit adalah iklim tropis dan sub tropis, di mana curah hujan dan sinar matahari memegang peranan penting dalam proses pelapukan dan pelarutan unsur-unsur yang terdapat pada batuan asal. Sinar matahari yang intensif dan curah hujan yang tinggi menimbulkan perubahan besar yang menyebabkan batuan pecah-pecah, disebut pelapukan mekanis, terutama dialami oleh batuan yang dekat permukaan bumi.



Secara spesifik, curah hujan akan mempengaruhi jumlah air yang melewati tanah, yang mempengaruhi intensitas pelarutan dan perpindahan komponen yang dapat dilarutkan. Sebagai tambahan, keefektifan curah hujan juga penting. Suhu tanah (suhu permukaan udara) yang lebih tinggi menambah energi kinetik proses pelapukan.

## 2. Topografi.

Geometri relief dan lereng akan mempengaruhi proses pengaliran dan sirkulasi air serta reagen-reagen lain (Widdowson, 1997). Secara teoritis, relief yang baik untuk pengendapan bijih nikel adalah punggung-punggung bukit yang landai dengan kemiringan antara 10 – 30°. Pada daerah yang curam, air hujan yang jatuh ke permukaan lebih banyak yang mengalir (*run-off*) dari pada yang meresap kedalam tanah, sehingga yang terjadi adalah pelapukan yang kurang intensif. Pada daerah ini sedikit terjadi pelapukan kimia sehingga menghasilkan endapan nikel yang tipis.

Sedangkan pada daerah yang landai, air hujan bergerak perlahan-lahan sehingga mempunyai kesempatan untuk mengadakan penetrasi lebih dalam melalui rekahan-rekahan atau pori-pori batuan dan mengakibatkan terjadinya pelapukan kimiawi secara intensif. Akumulasi andapan umumnya terdapat pada daerah-daerah yang landai sampai kemiringan sedang, hal ini menerangkan bahwa ketebalan pelapukan mengikuti bentuk permukaan batuan.



### 3. Tipe batuan.

Adanya batuan asal merupakan syarat utama untuk terbentuknya endapan Nikel laterit. Batuan asalnya adalah jenis batuan ultrabasa dengan kadar Ni 0.2-0.3%, merupakan batuan dengan elemen Ni yang paling banyak di antara batuan lainnya, mempunyai mineral-mineral yang paling mudah lapuk atau tidak stabil (seperti Olivin dan Piroksin), mempunyai komponen-komponen yang mudah larut, serta akan memberikan lingkungan pengendapan yang baik untuk Nikel. Mineralogi batuan asal akan menentukan tingkat kerapuhan batuan terhadap pelapukan dan elemen yang tersedia untuk penyusunan ulang mineral baru.

### 4. Struktur.

Struktur geologi yang penting dalam pembentukan endapan laterit adalah rekahan (*joint*) dan patahan (*fault*). Adanya rekahan dan patahan ini akan mempermudah rembesan air ke dalam tanah dan mempercepat proses pelapukan terhadap batuan induk. Selain itu rekahan dan patahan akan dapat pula berfungsi sebagai tempat pengendapan larutan-larutan yang mengandung Ni sebagai vein-vein. Seperti diketahui bahwa jenis batuan beku mempunyai porositas dan permeabilitas yang kecil sekali sehingga penetrasi air sangat sulit, maka dengan adanya rekahan-rekahan tersebut lebih memudahkan masuknya air dan proses pelapukan

terjadi akan lebih intensif.





## 5. Reagen Kimia dan Vegetasi

Reagen-reagen kimia adalah unsur-unsur dan senyawa-senyawa yang membantu mempercepat proses pelapukan. Air tanah yang mengandung asam-asam organik memegang peranan paling penting di dalam proses pelapukan secara kimia. Asam-asam humus (asam organik) yang berasal dari pembusukan sisa-sisa tumbuhan akan menyebabkan dekomposisi batuan, merubah pH larutan, serta membantu proses pelarutan beberapa unsur dari batuan induk. Asam-asam humus ini erat kaitannya dengan kondisi vegetasi daerah. Dalam hal ini, vegetasi akan mengakibatkan penetrasi air lebih dalam dan lebih mudah dengan mengikuti jalur akar pohon-pohonan, meningkatkan akumulasi air hujan, serta menebalkan lapisan humus. Keadaan ini merupakan suatu petunjuk, dimana kondisi hutan yang lebat pada lingkungan yang baik akan membentuk endapan nikel yang lebih tebal dengan kadar yang lebih tinggi. Selain itu, vegetasi juga dapat berfungsi untuk menjaga hasil pelapukan terhadap erosi.

## 6. Waktu.

Waktu merupakan faktor yang sangat penting dalam proses pelapukan, transportasi, dan konsentrasi endapan pada suatu tempat. Untuk terbentuknya endapan Nikel laterit membutuhkan waktu yang lama, mungkin ribuan atau jutaan tahun. Bila waktu pelapukan terlalu muda maka terbentuk endapan yang tipis. Waktu yang cukup lama akan mengakibatkan pelapukan yang cukup intensif karena akumulasi unsur nikel yang cukup tinggi. Banyak dari faktor tersebut yang saling berhubungan



dan karakteristik profil di satu tempat dapat digambarkan sebagai efek gabungan dari semua faktor terpisah yang terjadi melewati waktu, ketimbang didominasi oleh satu faktor saja.

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/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 (Darijanto, 1986).

#### 4. Profil Endapan Laterit Nikel.

Secara umum endapan laterit nikel dibedakan menjadi beberapa bagian lapisan (Elias,dkk, 1981) yaitu :

##### a. Tanah penutup (*Top soil*).

Merupakan bagian yang paling atas dari suatu penampang laterit.

Komposisinya adalah akar tumbuhan, humus, oksida besi dan sisa-sisa organik lainnya. Warna khas adalah coklat tua kehitaman dan bersifat gembur. Kadar Nikelnya sangat rendah sehingga tidak diambil dalam pertambangan. Ketebalan lapisan tanah penutup rata-rata 0,3 s/d 6 m.



#### b. Limonit

Merupakan hasil pelapukan lanjut dari batuan beku ultrabasa. Komposisinya meliputi oksida besi yang dominan, goethit, dan magnetit. Ketebalan lapisan ini rata-rata 8-15 m. Dalam limonit dapat dijumpai adanya akar tumbuhan, meskipun dalam persentase yang sangat kecil. Kemunculan bongkah-bongkah batuan beku ultrabasa pada zona ini tidak dominan atau hampir tidak ada, umumnya mineral-mineral di batuan beku basa-ultrabasa telah berubah menjadi Serpentin akibat hasil dari pelapukan yang belum tuntas.

#### c. Saprolit

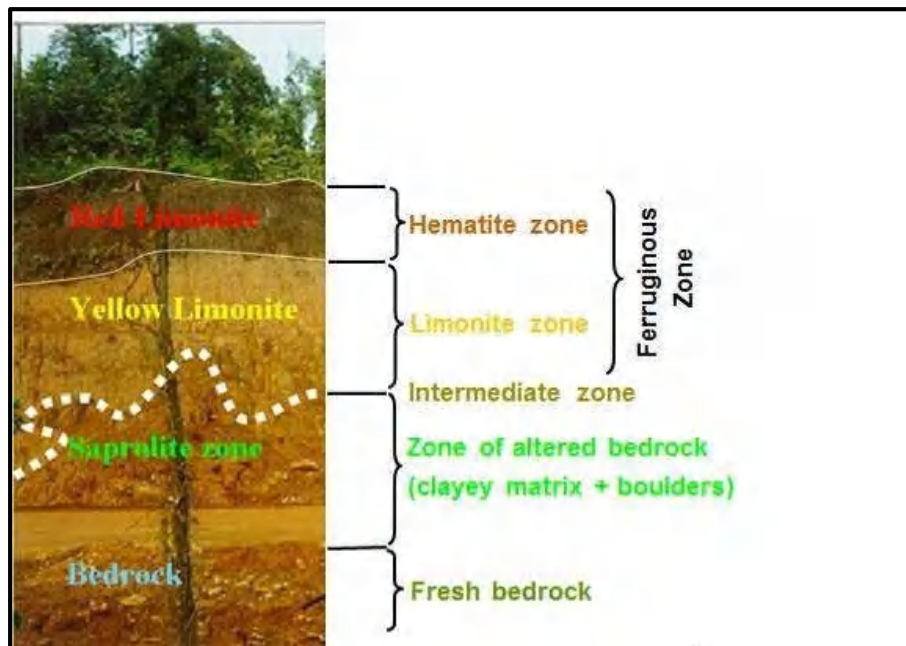
Zona ini merupakan zona pengayaan unsur Ni. Lapisan ini memiliki kadar Ni berkisar antara 0,57% – 3,27%, berwarna coklat kekuningan dan abu – abu kehijauan, ukuran butir dari saprolit yakni lempung sampai bongkah ( *boulder* ), bongkah pada zona ini berupa fragmen breksi tektonik dari batuan ultrabasa, mineral yang menyusun zona ini adalah, garnierit, serpentin, silika berupa krisopras. Ketebalan lapisan ini berkisar 5-18 m.

#### d. Batuan dasar (*Bedrock*).

Batuan dasar merupakan batuan asal dari laterit yang umumnya merupakan batuan beku ultrabasa yaitu harzburgit dan dunit yang pada umumnya telah terisi oleh oksida besi 5-10%, garnierit minor dan



silika > 35%. Permeabilitas batuan dasar meningkat sebanding dengan intensitas serpentinisasi.



**Gambar 2.7** Profil Laterit Nikel ( Ahmad, 2002).

## 5. Scandium (Sc) Dan Logam Penting Lainnya ( Fe, Co dan Ni )

### 5.1 Scandium (Sc)

Scandium adalah salah satu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Sc dan nomor atom 21. Scandium berupa logam transisi yang lembut dan warnanya putih keperakan, merupakan logam yang langka dari Skandinavia dan kadang-kadang diklasifikasikan bersama Yttrium dan Lantanida sebagai elemen langka. (Mc Guire, dkk.,1960).

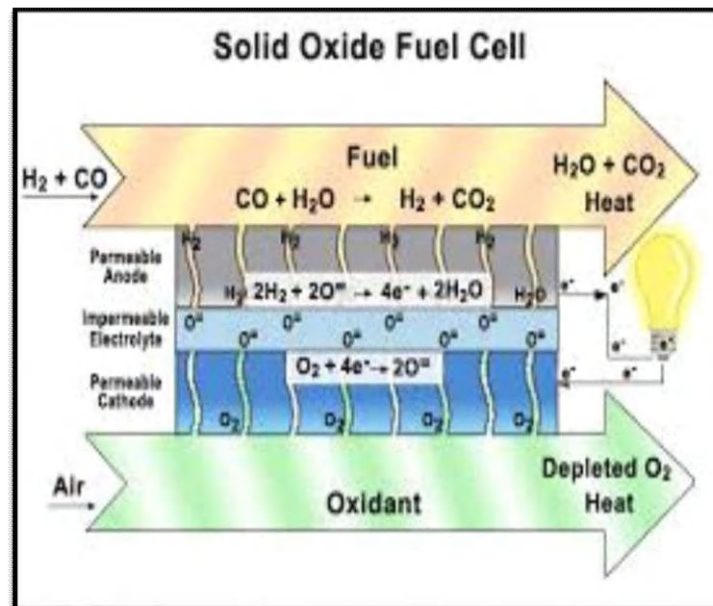


Tabel 2.1 Tabel periodik unsur ( Mendeleeff, 1889 ).

Scandium adalah unsur yang jarang terdapat di alam. Walaupun ada, umumnya terdapat dalam bentuk senyawa dengan blok Misalnya,  $\text{ScCl}_3$ ,  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ , dan  $\text{Sc}_2(\text{SO}_4)_3$ . Sifat-sifat senyawa scandium semuanya mirip, tidak berwarna dan bersifat diamagnetik. Hal ini disebabkan dalam semua senyawanya scandium memiliki konfigurasi elektron  $3d^1$ , sedangkan sifat warna dan kemagnetan ditentukan konfigurasi elektron  $3d^1$  dalam orbital d. Logam scandium dibuat melalui elektrolisis lelehan  $\text{ScCl}_3$ . Dalam jumlah kecil, scandium digunakan sebagai filamen lampu yang memiliki intensitas tinggi.



Kegunaan utama untuk scandium berada pada sel bahan bakar oksida padat (SOFCs), kekuatan tinggi paduan aluminium, intensitas tinggi lampu halida logam, elektronik, dan penelitian laser.



**Gambar 2.8** Solid Oxide Fuel Cell ( Hibini., dkk. 2000 ).

Solid Oxide Fuel Cells (SOFC) - Scandium dapat menggantikan yttria sebagai bahan stabilisasi untuk elektrolit padat (biasanya zirconia) dalam sel bahan bakar. substitusi memungkinkan reaksi terjadi pada suhu yang lebih rendah, memperpanjang umur komponen dan meningkatkan kepadatan kekuatan unit. Metalurgi - Scandium mudah berpadu dengan aluminium dan memodifikasi struktur butir logam gabungan, secara intensif meningkatkan kekuatan dan tetap tahan pada korosi.



Pencahayaan - Scandium digunakan dalam uap merkuri lampu intensitas tinggi untuk menciptakan cahaya alami. Scandium memiliki spektrum emisi luas yang menghasilkan efek 'daylight' digunakan untuk penerangan kamera, film dan studio televisi lampu.



**Gambar 2.9** Logam scandium

Elektronik - Scandium digunakan dalam penyusunan bahan laser  $\text{Ca}_3\text{Sc}_2\text{O}_{12}$ , gadolinium scandium gallium garnet (GSGG).

Phosphorus / Display - senyawa Scandium memiliki aplikasi sebagai host untuk fosfor atau sebagai ion aktivator di TV atau monitor komputer.  $\text{Sc}_2\text{O}_3$  dan  $\text{Sc}_2\text{O}_4$  adalah bahan host khas, sementara  $\text{ZnCdS}_2$ , diaktifkan dengan campuran perak dan skandium, fosfor luminescent cocok untuk dalam display televisi.



Scandium dapat dijumpai pada lapisan-lapisan hasil dari pelapukan batuan ultrabasa. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa ~~terdapat pada~~ mineral mineral mafik seperti piroksin, amfibol dan magnetit dan hanya sedikit yang terdapat pada olivin ( Maulana & Sanematsu,2016 ).

## 5.2. Nikel (Ni)

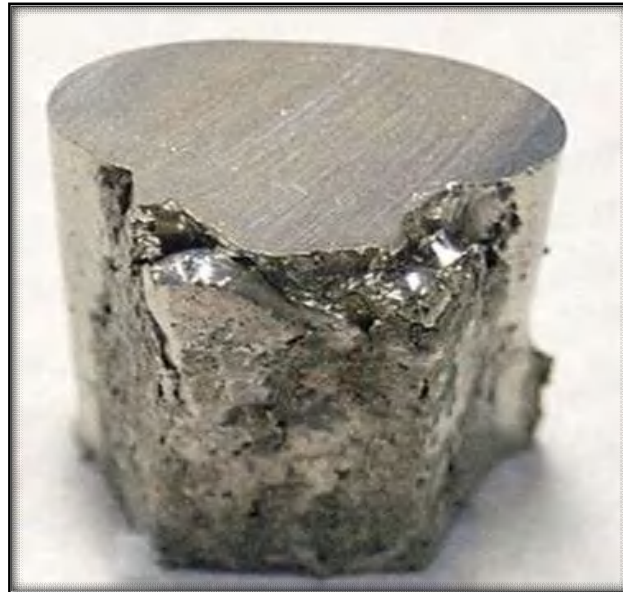
Nikel adalah salah satu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Ni dan nomor atom 28. Nikel ditemukan oleh Cronstedt pada tahun 1751, merupakan logam berwarna putih keperak-perakan yang berkilat, keras dan mulur, tergolong dalam logam peralihan, sifat tidak berubah bila terkena udara, tahan terhadap oksidasi dan kemampuan mempertahankan sifat aslinya di bawah suhu yang ekstrim (Cotton dan Wilkinson, 1989).

Nikel digunakan dalam berbagai aplikasi komersial dan industri, seperti: pelindung baja (stainless steel), pelindung tembaga, industri baterai, elektronik, aplikasi industri pesawat terbang, turbin pembangkit listrik bertenaga gas, pembuat magnet kuat, pembuatan alat-alat laboratorium (nikrom) dan kawat lampu listrik (Gerberding, 2005).

Nikel biasanya terbentuk bersama-sama dengan kromit dan platina dalam batuan ultrabasa seperti peridotit, baik termetamorfkan ataupun tidak.







**Gambar 2.10** Logam Nikel

### 5.3 Cobalt ( Co ).

Cobalt adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Co dan nomor atom 27, cobalt ditemukan oleh Georg Brandt. Cobalt merupakan logam metalik yang berwarna sedikit berkilauan dan keabu-abuan. Unsur Cobalt di alam selalu didapatkan bergabung dengan nikel dan biasanya juga dengan arsenik. Sumber utama kobal disebut “Speisses” yang merupakan sisa dalam peleburan bijih arsen dari Ni, Cu, dan Pb.

Di alam Cobalt terdapat dalam lapisan kerak bumi yaitu sekitar 0,004% (Heslop, 1961) dari berat kerak bumi atau sekitar 30 ppm dari kerak bumi. Menurut Holleman,dkk (2007), terdapat banyak bijih logam yang mengandung Cobalt (mineral Cobalt) yang dikomersilkan yaitu Cobalttit, Smaltite ( $\text{Co}_2\text{S}_3$ ) dan Linnaeite ( $\text{Co}_3\text{S}_4$ ).



Persenyawaan Cobalt yang ada di alam, selalu ditemukan dengan bijih logam nikel, terkadang juga bersamaan dengan bijih tembaga serta bijih timbal.



**Gambar 2.11** Logam Cobalt

Cobalt digunakan untuk pembuatan dalam katoda baterai ion lithium, digunakan dalam cat, pernis, dan tinta sebagai "agen pengering" melalui oksidasi minyak pengering (*Hawkins, 2001*). selain itu cobalt juga dapat digunakan untuk pembuatan dalam instrumentasi dan alat-alat kedokteran (*Campbell, 2008*).

#### **5.4 Besi (Fe)**

Besi adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Fe dan nomor atom 26.



Besi berwarna putih kusam yang tidak begitu keras dan sangat reaktif terhadap zat oksidator sehingga besi dalam udara lembap teroksidasi oleh oksigen dengan cepat membentuk karat.

Besi ditemukan di permukaan bumi karena cenderung mengalami oksidasi, tetapi oksidanya menandakan dan mewakili bijih utamanya. Sementara kandungan besi pada kerak bumi hanya 5%, inti bumi bagian dalam dan luar memiliki kandungan paduan besi-nikel yang banyak, diperkirakan 35% dari keseluruhan massa bumi (John and Anders, 1980). Oleh karena itu, besi merupakan unsur paling melimpah di bumi, tetapi menduduki tempat keempat kelimpahan unsur di kerak bumi. Sebagian besar besi pada kerak bumi ditemukan bersenyawa dengan oksigen sebagai mineral besi oksida seperti hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) (Cloud, 1973).

Besi adalah logam yang paling banyak digunakan, mencakup 92% dari produksi logam dunia. Biaya yang rendah dan kekuatannya yang tinggi sehingga besi sangat diperlukan dalam aplikasi teknik seperti pembangunan mesin dan peralatan mesin, mobil, lambung kapal-kapal besar, dan komponen struktur bangunan. Karena besi murni cukup lunak, maka besi dapat dikombinasikan dengan unsur paduan untuk membuat baja.





**Gambar 2.12** Logam Besi



## BAB III METODE

### PENELITIAN A.

#### Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan. Tahapan awal dilakukan untuk mendapatkan informasi dan gambaran mengenai kondisi geologi regional daerah penelitian. Tahap ini meliputi studi literatur, latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, batasan penelitian dan administrasi.

Studi literatur dilakukan sebelum dan selama penelitian berlangsung yang dimaksudkan untuk menentukan rancangan penelitian serta persiapan yang menyangkut segala sesuatu yang dibutuhkan selama pelaksanaannya. Tahapan ini meliputi studi tentang geologi regional, laporan atau jurnal dari peneliti terdahulu yang mencakup daerah penelitian serta literatur-literatur geologi yang masih berkaitan dengan batasan masalah penelitian.

Pada tahap kedua dilakukan pengambilan sampel endapan Laterit Ultrabasa pada Kabupaten Timor Tengah Utara dan Kabupaten Belu.

Tahap ketiga dilakukan analisis petrografi (*thin section*) dan Analisis *Inductively Coupled Plasma - Optical emission Spectrometry* (ICP –OES)



untuk menentukan secara akurat unsur major dan trace elements (Sc) pada sampel yang telah diperoleh dari lapangan.

Tahapan keempat yaitu membuat pembahasan dari hasil analisis laboratorium dan setelah itu ditarik kesimpulan dari hasil pembahasan. Tahapan ini juga merupakan tahap pembuatan tesis.

## B. Aksesibilitas Daerah Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di dua ( 2 ) lokasi yaitu, lokasi pertama di daerah Neofmuti Kabupaten Timor Tengah Utara dan lokasi kedua di daerah Jenilu Kabupaten Belu Provinsi Nusa Tenggara Timur, Jarak dari Kota Kupang ke kota Kefamenanu kabupaten Timor Tengah Utara  $\pm 210$  Km yang ditempuh selama  $\pm 5$  jam perjalanan dengan menggunakan kendaraan roda empat, secara geografis lokasi daerah penelitian terletak pada koordinat  $124^{\circ} 30' 04''$  E dan  $09^{\circ} 16' 25''$  S yang berjarak sekitar  $\pm 30$  Km ke arah timur dari kota kefamenanu.

Dari Kota Kefamenanu Kabupaten Timor Tengah Utara berjarak  $\pm 67$  Km ke Kota Atambua Kabupaten Belu. Secara geografis lokasi daerah penelitian kedua terletak pada  $124^{\circ} 32' 26''$  E dan  $08^{\circ} 59' 18''$  S yang berjarak sekitar  $\pm 50$  Km ke desa Jenilu yang ditempuh selama  $\pm 1,5$  jam





**Gambar 3.1** Lokasi pengamatan dan pengambilan data lapangan

## C. Alat dan Bahan

### 1. Alat

Peralatan yang digunakan saat pengambilan data di lapangan antara lain, yaitu: kompas geologi, palu geologi, *GPS Handheld* untuk *plotting* titik dan *tracking* lintasan pengamatan (navigasi dan orientasi medan), komparator, lup, roll meter, kantong smpel, kamera digital, alat tulis menulis, *clipboard* dan ransel lapangan. Adapun alat yang digunakan pada saat analisa laboratorium, pengolahan data dan penyusunan laporan

ptop, mesin pemotong pemotong dan poles sampel preparat Tipe ML-110NT, lap halus dan lap kasar, *sampel splitter*,



mikroskop polarisasi Nikon Eclipse Tipe LV 600D dan untuk menentukan unsur major dan trace elements (Sc) dalam sampel, dilakukan oleh PT. Intertek Utama Service Jl. Raya Bogor Km 28, Jakarta Timur Indonesia.

## 2. Bahan

Bahan yang digunakan saat pengambilan data di lapangan antara lain, yaitu peta topografi berskala 1:25.000 yang merupakan hasil perbesaran dari Peta Digital Rupa Bumi Indonesia skala 1:50.000 terbitan Badan Informasi Geospasial (BIG) tahun 2016, peta geologi berskala 1:20.000 yang merupakan hasil perbesaran dari Peta Geologi Lembar Kupang-Atambua skala 1:250.000 oleh suwitodirjo & Tjokrosapoetro tahun 1996, peta citra satelit Arcgist ESRI tahun 2017, buku catatan lapangan, kantong sampel, larutan asam klorida (HCl) 0,1M dan perlengkapan pribadi. Adapun bahan yang digunakan pada saat analisa laboratorium, pengolahan data dan penyusunan laporan yaitu, kaca preparat, resin bubuk, lem *epoxy resin*, lem *epoxy hardener*, larutan asam klorida (HCl) 0,1M, larutan hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 0,1M, aquades, alkohol, *software* Microsoft Excel 2016 untuk pengolahan data pembuatan grafik hasil analisis dan distribusi sampel, Garmin Mapsource ver. 6.1, Global Mapper ver. 19 dan ArcGIS ver. 10.4 untuk digitasi peta.





#### D. Pengumpulan Data

Secara teknis, urutan pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

- a. Pengamatan dan penentuan lokasi pengambilan sampel endapan laterit pada formasi ultrabasa di Kabupaten Timor Tengah Utara dan Kabupaten Belu di daerah penelitian dilakukan dengan menggunakan pendekatan geomorfologi berdasarkan peta topografi berskala 1:25.000, peta geologi berskala 1:25.000 yang merupakan hasil perbesaran dari Peta Geologi Lembar Kupang-Atambua skala 1:250.000 oleh Suwitodirjo & Tjokrosapoetro (1996), serta dengan menyesuaikan kondisi medan di lapangan yang kemudian dituangkan ke dalam peta geologi daerah penelitian sebagai data sekunder penelitian.
- b. Pengamatan dan pengukuran dimensi singkapan endapan laterit dan unsur-unsur struktur geologi meliputi kedudukan batuan dan kekar di sekitar daerah penelitian serta data penelitian terdahulu yang kemudian dikompilasi dan disajikan dalam peta geologi sebagai data sekunder penelitian.
- c. Pengumpulan data dilakukan dengan mengambil sampel saprolit, limonit dan bedrock pada endapan laterit di Kabupaten Timor Tengah Utara dan Kabupaten Belu.



- d. Analisis petrografi (*thin section*) Preparasi sampel dilakukan di Laboratorium Preparasi Sampel Batuan dan Laboratorium Petrografi Teknik Geologi Universitas Hasanuddin Jln Poros Malino Km 6 Bontomarannu, Gowa, Sulawesi Selatan.
- e. Analisis *Inductively Coupled Plasma - Optical emission Spectrometry* (ICP-OES) dilakukan di PT Intertek Utama Service Jl. Raya Bogor Km 28, Jakarta Timur, Indonesia.

## E. Analisis Laboratorium

### 1. Analisis Petrografi

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui komposisi mineral dan penamaan batuan dasar endapan laterit pada lokasi penelitian dengan melakukan pengamatan mikroskopis (*thin section*), Analisis petrografi menggunakan mikroskop polarisasi Nikon Eclipse Tipe LV 600D dilakukan di Laboratorium Petrografi Teknik Geologi Universitas Hasanuddin

### 2. Analisis ICP-OES

Analisis *Inductively Coupled Plasma - Optical emission Spectrometry* (ICP-OES) bertujuan untuk menentukan secara akurat unsur major dan *trace elements* (Sc) dalam sampel saprolit, limonit dan bedrock pada

laterit. Hasil pengamatan tersebut didapatkan komposisi dan unsur Sc, Fe, Co dan Ni pada sampel saprolit, limonit dan



bedrock endapan laterit lokasi penelitian. Analisis ini dilakukan di PT Intertek Utama Service Jl. Raya Bogor Km 28, Jakarta Timur, Indonesia.

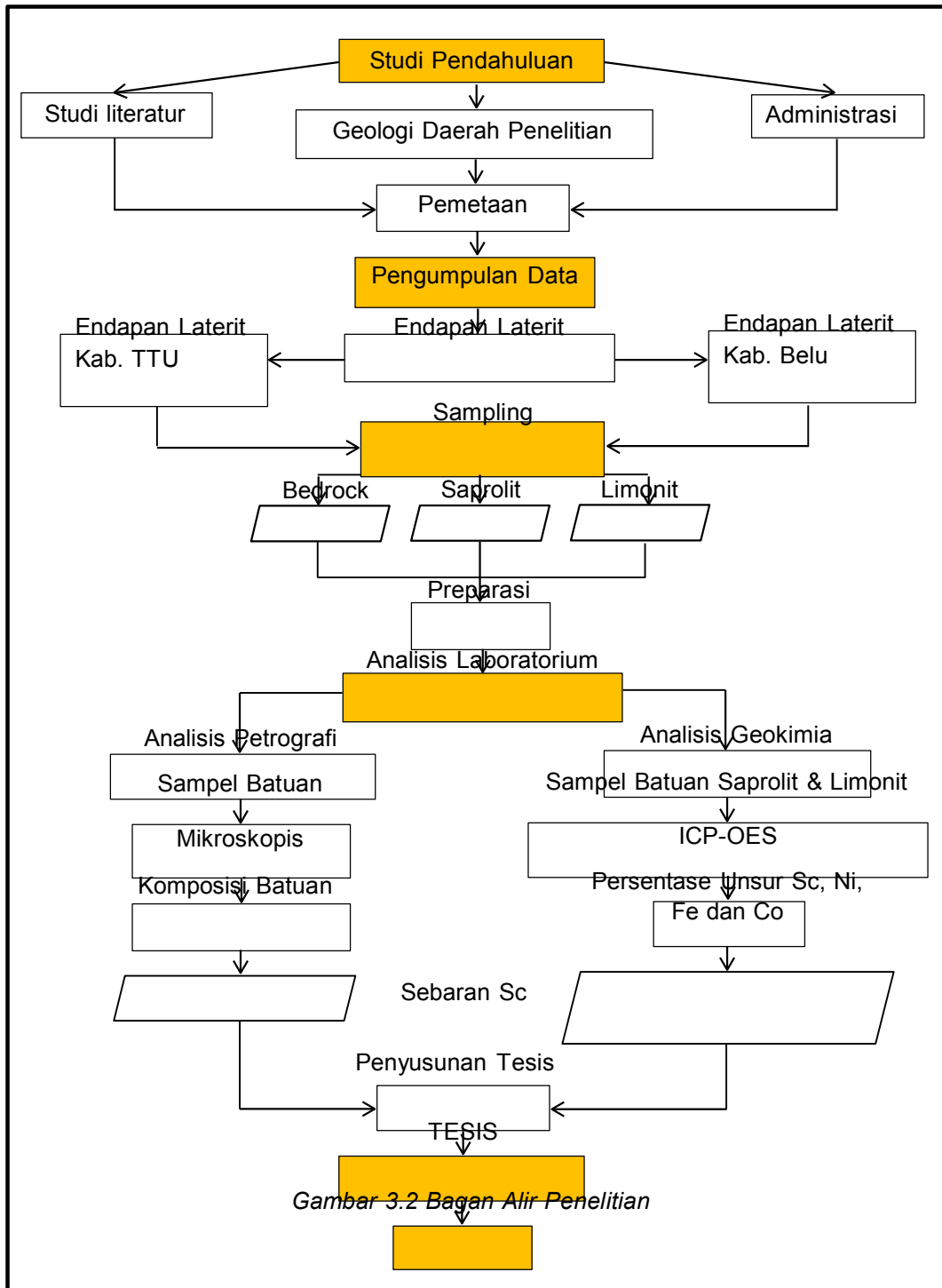
## F. Pengolahan Data

Hasil analisis petrografi menghasilkan penamaan batuan dan komposisi mineral pada batuan dasar sedangkan hasil analisis ICP-OES menghasilkan nilai dan sebaran unsur Sc, Fe, Co dan Ni pada kedua lokasi penelitian yang disajikan dalam bentuk grafik statistik sebaran dan kandungan unsur Sc, Fe, Co dan Ni pada endapan vertikal laterit di Kabupaten Timor Tengah Utara dan Kabupaten Belu Provinsi Nusa Tenggara Timur.

## G. Kompilasi Data dan Penyusunan Laporan

Hasil penelitian berupa analisis laboratorium, pengolahan dan interpolasi data lapangan (data primer dan data sekunder) disusun menjadi sebuah laporan sesuai dengan format atau aturan penulisan yang telah ditentukan dan disusun secara sistematis (**Gambar 3.2**).





## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil

#### 1. Laterit

Laterit merupakan jenis tanah yang kaya akan unsur logam seperti Fe dan Al, yang terbentuk akibat pengaruh pelapukan kimia pada batuan ultramafik ( peridotit, dunit dan serpentinit ) dengan kondisi air tanah tertentu, suhu, kelembaban, topografi serta dalam kurun waktu lama (Ahmad, 2002 ).

Batuan ultramafik merupakan batuan yang kaya akan mineral – mineral ( ferro - magnesia) seperti olivin, piroksin, amphibol serta mengandung silika ( $SiO_2$ ) kurang dari 45% dan mempunyai indeks warna  $> 70\%$ .

Pembentukan endapan laterit tidak lepas dari hasil pelapukan batuan ultramafik dimana keberadaan umumnya, merupakan penyusun batuan dasar suatu lapisan laterit. Perbedaan jenis batuan ultramafik penyusun batuan dasar akan sangat berpengaruh terhadap kadar Sc, Fe, Co, Ni total dari suatu daerah. Untuk mengetahui hal tersebut maka dilakukan analisa secara petrologi pada jenis batuan dasar. Dalam analisis petrologi dilakukan pengamatan dan pendeskripsian secara megaskopis pada batuan dasar .

Karakteristik endapan laterit suatu daerah akan berbeda - beda dengan

lain tergantung dari variasi unsur kimia penyusunnya. Penentuan



unsur kimia diperoleh melalui tahapan pengambilan sampel endapan laterit yang kemudian dianalisis secara laboratorium menghasilkan persentase kadar yang terkandung dalam endapan laterit tersebut. Dari hasil analisis unsur Sc, Fe, Co, Ni menghasilkan suatu grafik.

## 2. Pengambilan Sampel Batuan Dan Laterit

### 2.1. Profil Sampel Batuan Dan Laterit Kabupaten Timor Tengah Utara

Analisis pada satu titik sampel bertujuan untuk memperoleh data ciri fisik dari masing-masing lapisan profil laterit berupa top soil, limonit, saprolit dan batuan induk. Perbedaan keempat lapisan ini dapat diketahui dengan melihat perbedaan komposisi material berupa warna serta unsur kimia yang terkandung didalamnya. Penentuan unsur kimia pada lapisan profil laterit menggunakan metode ICP-OES yang menghasilkan unsur Sc, Fe, Co, Ni.

Berdasarkan ciri fisik serta hasil unsur kimia diatas maka dapat ditentukan lapisan tiap profil laterit pada dimensi singkapan  $\pm 9m \times 3,8m$  dengan arah pengambilan foto  $N285^\circ E$  yang terbagi menjadi top soil ( $\pm 14cm$ ), zona limonit ( $\pm 37cm$ ), zona saprolit ( $\pm 84 cm$ ) dan zona batuan induk yang tersingkap ke permukaan ( $\pm 350 cm$ ) (Gambar 4.1).

Sona limonit dicirikan oleh soil berwarna kecoklatan sampai coklat kemerahan, dengan kandungan mineral hematit pada fragmen batuan. Sona saprolit dicirikan oleh soil berwarna abu-abu sampai kecoklatan dengan

an mineral lempung pada fragmen batuan.





Gambar 4.1. Profil laterit Kabupaten Timor Tengah Utara

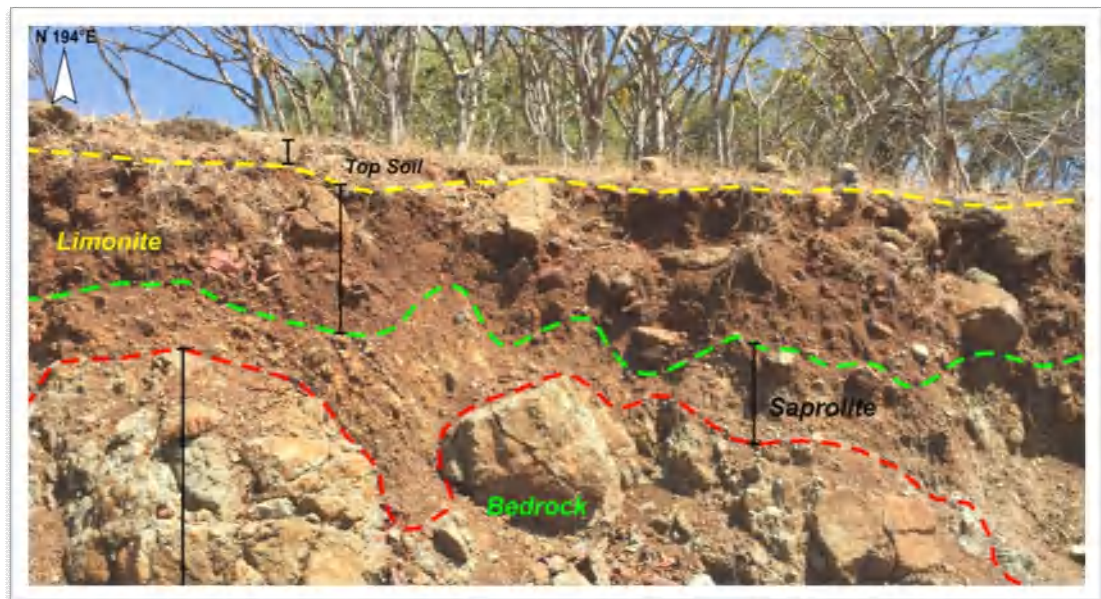
## 2.2. Profil Sampel Batuan Dan Laterit Kabupaten Belu

Analisis pada satu titik sampel bertujuan untuk memperoleh data ciri fisik dari masing-masing lapisan profil laterit berupa top soil, limonit, saprolit dan batuan induk. Perbedaan keempat lapisan ini dapat diketahui dengan melihat perbedaan komposisi material berupa warna serta unsur kimia yang terkandung di dalamnya. Penentuan unsur kimia pada lapisan profil laterit menggunakan metode ICP-OES yang menghasilkan unsur Sc, Fe, Co, Ni.

Berdasarkan ciri fisik serta hasil analisis unsur kimia diatas maka dapat  
 n lapisan tiap profil laterit pada dimensi singkapan  $\pm 7,5\text{m} \times 4\text{m}$



dengan arah pengambilan foto N194° E yang terbagi menjadi top soil ( $\pm 8$ cm), zona limonit ( $\pm 75$  cm), zona saprolit ( $\pm 30$  cm) dan zona batuan induk yang tersingkap ke permukaan ( $\pm 258$  cm) (Gambar 4.2). Sona limonit dicirikan oleh soil berwarna coklat tua sampai coklat kemerahan, dengan kandungan mineral hematit pada fragmen batuan. Sona saprolit dicirikan oleh soil berwarna abu-abu sampai kecoklatan dengan kandungan mineral lempung pada fragmen batuan.



Gambar 4.2. Profil laterit Kabupaten Belu

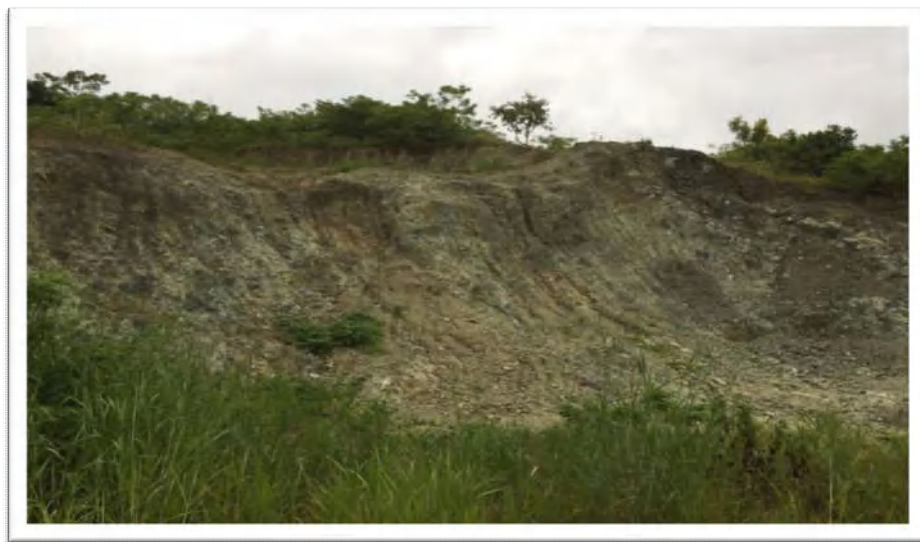




### 3. Topografi

#### 3.1 Topografi Kabupaten Timor Tengah Utara

Daerah Neofmuti Kabupaten Timor Tengah Utara memiliki topografi yang landai, sehingga ketebalan profil laterit cenderung agak tebal. Batuan induk di daerah ini berupa batuan peridotit. Batuan telah mengalami proses oksidasi yang ditunjukkan dengan kehadiran oksida besi (2%), rongga berupah channel (5%).



Gambar 4.3. Kenampakan topografi dan laterit Kabupaten TTU.

#### 3.2 Topografi Kabupaten Belu

Daerah Jenilu, Kabupaten Belu memiliki topografi yang terjal, sehingga ketebalan profil laterit cenderung tipis. Batuan induk di daerah ini berupa serpentinit.



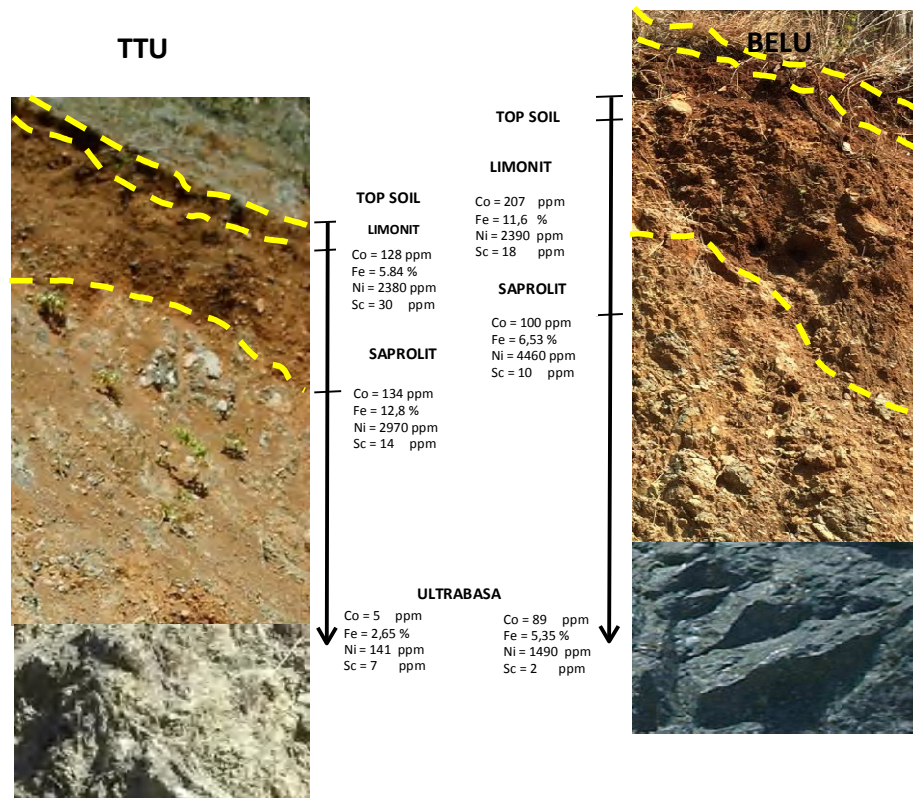


Gambar 4.4. Kenampakan topografi dan laterit Kabupaten Belu.

### 3.3 Perbedaan Profil Laterit

Perbedaan topografi pada dua lokasi cukup signifikan, terutama ketebalan top soil (TTU) > top soil (Belu), Lapisan limonit (TTU) < Lapisan limonit (Belu), Lapisan Saprolit (TTU) > Lapisan saprolit (Belu). Topografi landai dan curam, sifat fisik batuan peridotit dan serpentinit berbentuk fragmen pengkekar juga merupakan faktor perbedaan ketebalan. Sedangkan berdasarkan data geokimia (Tabel 4.1; Tabel 4.2) perbedaan Sc, Fe, Co dan Ni, tergambar dalam bentuk profil dibawah ini (Gambar 4.5).





Gambar 4.5. Profil nikel laterit daerah penelitian

## 4. Petrografi

### 4.1 Petrografi Daerah Neofmuti Kabupaten Timor Tengah Utara

Kenampakan sampel peridotit dari daerah Neofmuti (Gambar 4.6) dengan kenampakan mikrograf batuan peridotit (Gambar 4.7). Sayatan batuan beku ultrabasa warna absorpsi coklat dengan warna interferensi hijau kehitaman, tekstur kristalinitas holokristalin, granularitas porfiritik, bentuk



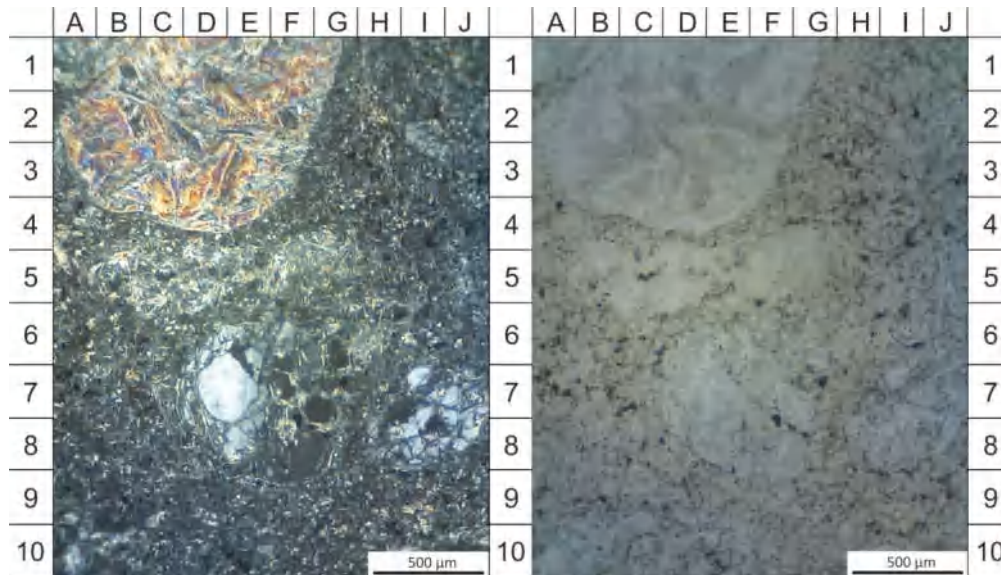
subhedral – anhedral, dan relasi inequigranular, dengan ukuran mineral <math><0,02 - 0,64\text{ mm}</math>, terdiri dari mineral utama berupa piroksin (55%) dan olivin (20%) yang telah terserpentinisasi.

Sedangkan massa dasar telah berubah, mineral ubahan terdiri dari mineral serpentin (15%), antigorite (5%), dan mineral opak (5%). Berdasarkan atas mineral penyusun batuan maka nama batuan adalah peridotit, (Travis, 1955).



Gambar 4.6. Kenampakan batuan peridotit daerah Neofmuti BD-TTU





Gambar 4. 7. Kenampakan mikrograf batuan peridotit daerah Neofmuti sampel BD-TTU, Piroksin (7E,8J), Serpentin (5G,5C,3H,9J), olivin (7I) ,Mineral opak (8F), Antigorite (2E,3D,1F)

#### 4.2 Petrografi Daerah Jenilu Kabupaten Belu

Kenampakan sampel serpentinit dari daerah Jenilu (Gambar 4.8) dengan kenampakan mikrograf (Gambar 4.9). Sayatan batuan beku ultrabasa warna absorpsi coklat dengan warna interferensi hijau kehitaman, tekstur kristalinitas holokristalin, granularitas porfiritik, bentuk subhedral – anhedral,

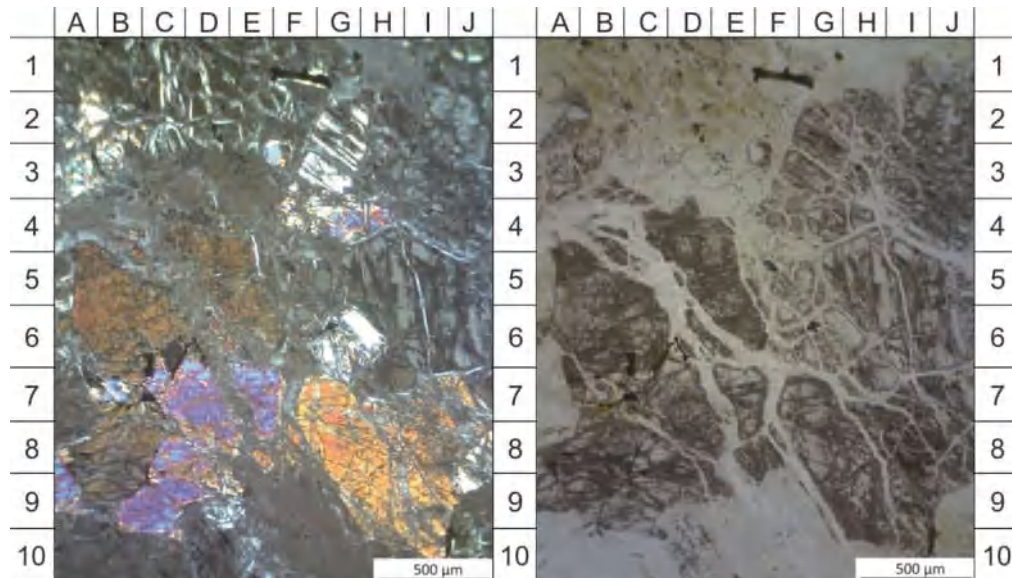


dan relasi inequigranular, dengan ukuran mineral 0,03 – 2,0 mm, terdiri dari mineral utama berupa olivin (10%), piroksen (15%), kromit-spinel (5%) dan mineral ubahan berupa mineral opak (5%) dan serpentin (65%). Batuan beku ultrabasa telah berubah dan mengalami serpentinisasi. Berdasarkan atas mineral penyusun batuan maka nama batuan adalah serpentininit, (Travis, 1955).



Gambar 4.8 Kenampakan batuan serpentininit daerah Jenilu sampel BD-BL





Gambar 4. 9. Kenampakan mikrograf batuan serpentinit daerah Jenilu sampel BD-BL, Serpentin (1C,3A,5J,10E), Piroksin (5B,7D,8H,9C), Olivin (4G), Mineral Opak (8F).

## 5. Pengujian Geokimia Sampel Batuan Dan Laterit

### 5.1 Pengujian Geokimia Sampel Batuan Dan Laterit Kabupaten TTU

Berdasarkan hasil pengujian sampel batuan dan laterit pada daerah Neofmuti Kabupaten Timor Tengah Utara yang dianalisis menggunakan metode ICP-OES maka dapat diketahui keterdapatan dan distribusi dari beberapa unsur yakni Sc, Fe, Co, Ni. (Tabel 4.1).



Tabel 4.1 Hasil pengujian ICP-OES Daerah Neofmuti Kab.TTU

Sample	Co (ppm)	Fe (%)	Ni (ppm)	Sc (ppm)
LM-TTU	128	5,84	2380	30
SP-TTU	134	12,8	2970	14
BD-TTU	5	2,65	141	7

### 5.1.1 Zona Limonit.

Limonit adalah bagian yang terletak di bagian atas pada profil laterit, Lapisan ini berwarna coklat kemerahan sampai kehitaman berupa material yang mengandung unsur Fe, struktur dan tekstur batuan induk sudah tidak nampak. Secara umum material-material penyusun zona ini berukuran lempung sampai lanau ( Gambar 4.1).

Pada zona limonit daerah Neofmuti Kabupaten Timor Tengah Utara unsur **Co** memiliki persentase kadar 128 ppm, **Fe** memiliki persentase kadar 5,84 %, **Ni** memiliki persentase kadar 2380 ppm, sedangkan **Sc** memiliki persentase kadar 30 ppm.

### 5.1.2 Zona Saprolit

Saprolit adalah zona dimana tekstur dan struktur serta mineral batuan asal masih tampak jelas, zona ini merupakan terubahnya sal akibat proses pelapukan kimia aktif dimana proses kimia dan





pelapukannya terjadi pada kekar dan rekahan yang terdapat pada batuan dan belahan (*cleavage*) kristal (Ahmad, 2008). Kenampakan lapisan berwarna kuning kecoklatan.

Pada zona saprolit daerah Neofmuti Kabupaten Timor Tengah Utara **Co** memiliki persentase kadar 134 ppm, **Fe** memiliki persentase kadar 12,8 %, **Ni** memiliki persentase kadar 2970 ppm, sedangkan **Sc** memiliki persentase kadar 14 ppm.

### 5.1.3 Zona Bedrock

Lapisan *bedrock* yaitu zona yang terdiri dari batuan induk yang relatif belum mengalami pelapukan atau belum mengalami perubahan baik secara fisika maupun kimia, (Ahmad,2008), dicirikan dengan warna absorpsi coklat dengan warna interferensi hijau kehitaman, tekstur kristalinitas holokristalin, granularitas porfiritik, bentuk subhedral – anhedral, dan relasi inequigranular, dengan ukuran mineral <0,02 – 1,24 mm, terdiri dari mineral utama piroksin (55%), olivin (20%) yang telah terserpentinisasi, sedangkan massa dasar telah berubah, mineral ubahan terdiri dari serpentin (15%), mineral opak (5%) dan antigorite (5%) berdasarkan deskripsi tersebut dan diklasifikasikan berdasarkan Travis (1955) maka batuan tersebut adalah peridotit, batuan asal ini juga sebagai sumber laterit.



Pada zona bedrock daerah Neofmuti Kabupaten Timor Tengah Utara **Co** memiliki persentase kadar 5 ppm, **Fe** memiliki persentase kadar 2.65 %, **Ni** memiliki persentase kadar 141 ppm, sedangkan **Sc** memiliki persentase kadar 7 ppm.

## 5.2 Pengujian Geokimia Sampel Batuan Dan Laterit Kabupaten Belu

Berdasarkan hasil pengujian sampel batuan dan laterit pada daerah Jenilu Kabupaten Belu yang dianalisis menggunakan metode ICP-OES maka dapat diketahui keterdapatan dan distribusi dari beberapa unsur yakni Sc, Fe, Co dan Ni. (Tabel 4.2).

Tabel 4.2 Hasil pengujian ICP-OES Daerah Jenilu Kab.Belu

Sampel	Co (ppm)	Fe (%)	Ni (ppm)	Sc (ppm)
LM-BL	207	11,6	2390	18
SP-BL	100	6,53	4460	10
BD-BL	89	5,35	1490	2



### 5.2.1 Zona Limonit

Limonit adalah bagian yang terletak di bagian atas pada profil laterit, Lapisan ini berwarna coklat kemerahan berupa material yang mengandung unsur Fe, struktur dan tekstur batuan induk sudah tidak nampak. Secara umum material-material penyusun zona ini berukuran lempung sampai lanau (Gambar 4.2 ).

Pada zona limonit daerah Jenilu Kabupaten Belu unsur **Co** memiliki persentase kadar 207 ppm, **Fe** memiliki persentase kadar 11,6 %, **Ni** memiliki persentase kadar 2390 ppm, sedangkan **Sc** memiliki persentase kadar 18 ppm.

### 5.2.2 Zona Saprolit

Saprolit adalah zona dimana tekstur dan struktur serta mineral penyusun batuan asal masih tampak jelas, zona ini merupakan terubahnya batuan asal akibat proses pelapukan kimia aktif dimana proses kimia dan pelapukannya terjadi pada kekar dan rekahan yang terdapat pada batuan dan belahan (*cleavage*) kristal (Ahmad, 2008). Kenampakan lapisan berwarna kuning kecoklatan.

Pada zona saprolit daerah Jenilu Kabupaten Belu **Co** memiliki se kadar 100 ppm, **Fe** memiliki peresentase kadar 6,53 %, **Ni**



memiliki persentase kadar 4460 ppm, sedangkan **Sc** memiliki persentase kadar 10 ppm.

### 5.2.3 Zona Bedrock

Lapisan *bedrock* yaitu zona yang terdiri dari batuan induk yang relatif belum mengalami pelapukan atau belum mengalami perubahan baik secara fisika maupun kimia, (Ahmad, 2008), dicirikan dengan warna absorpsi coklat dengan warna interferensi hijau kehitaman, tekstur kristalinitas holokristalin, granularitas porfiritik, bentuk subhedral – anhedral dan relasi inequigranular, dengan ukuran mineral 0,04 – 1,54 mm, terdiri dari mineral piroksin (15%), olivin (10%), kromit-spinel (5%) serta mineral ubahan berupa mineral opak (5%) dan serpentin (65%). Berdasarkan deskripsi tersebut dan diklasifikasikan berdasarkan Travis (1955) maka batuan tersebut adalah Batuan beku ultrabasa telah terubah dan mengalami serpentinisasi.

Pada zona bedrock daerah Jenilu Kabupaten Belu **Co** memiliki persentase kadar 89 ppm, **Fe** memiliki persentase kadar 5,35 %, **Ni** memiliki persentase kadar 1490 ppm, sedangkan **Sc** memiliki persentase kadar 2 ppm.



## B. Pembahasan Hasil Penelitian

Berdasarkan tabel di atas persentase masing-masing unsur tertinggi untuk daerah Neofmuti Kabupaten Timor Tengah Utara berada pada, **Co** 134 ppm pada sampel SP-TTU ( saprolit ), **Fe** 12,8 % pada sampel SP-TTU ( saprolit ), **Ni** 2970 ppm pada sampel SP-TTU (saprolit) dan **Sc** 30 ppm pada sampel LM-TTU (limonit). Sedangkan daerah Jenilu Kabupaten Belu, persentase masing-masing unsur tertinggi berada pada, **Co** 207 ppm pada sampel LM-BL ( limonit ), **Fe** 11,6 % pada sampel LM-BL ( limonit ), **Ni** 4460 ppm pada sampel SP-BL ( saprolit ) dan **Sc** 18 ppm pada sampel LM-BL ( limonit ).

### 1. Hubungan antara Sc, Fe, Co dan Ni

#### 1.1 Daerah Neofmuti Kabupaten Timor Tengah Utara.

Peningkatan konsentrasi unsur Sc, Fe, Co dan Ni dapat dijumpai di daerah Neofmuti Kabupaten Timor Tengah Utara, unsur–unsur tersebut mengalami peningkatan di zona saprolit, namun pada zona limonit unsur Co, Fe dan Ni mengalami penurunan (Tabel 4.1) dan (Gambar 4.1).



## 1.2 Daerah Jenilu Kabupaten Belu.

Berdasarkan hasil analisis, unsur Sc, Fe, Co dan Ni mengalami peningkatan selama proses pelapukan (laterisasi). Unsur Sc, Fe, Co dan Ni mengalami peningkatan pada zona saprolit dan limonit, namun pada zona limonit Ni mengalami penurunan (Tabel 4.1) dan (Gambar 4.2).

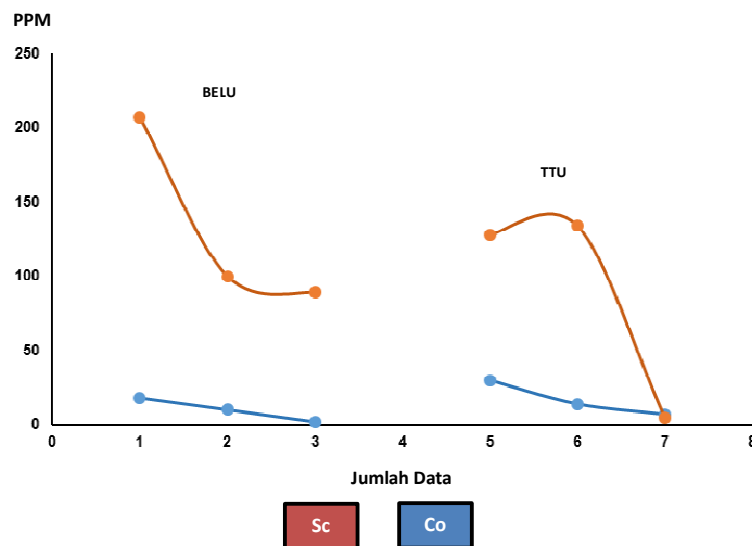
## 2. Distribusi unsur Scandium pada daerah Neofmuti dan Jenilu.

Berdasarkan hasil analisis unsur Scandium mengalami peningkatan pada zona limonit pada daerah Neofmuti dan Jenilu :

1. Hal yang menarik dikaji adalah konsentrasi Sc pada batuan yang kaya mineral lempung (Peridotit) yang menyusun daerah Neofmuti menunjukkan nilai yang lebih tinggi daripada konsentrasi Sc pada batuan yang menyusun daerah Jenilu Kabupaten Belu yang telah mengalami proses serpentinisasi menjadi serpentinit.
2. Berdasarkan hasil analisis pada daerah Neofmuti dan Jenilu, unsur Sc mengalami peningkatan pada zona limonit.
3. Pada kedua daerah tersebut, unsur Sc terkonsentrasi pada zona limonit.
4. Komposisi Sc pada zona laterisasi dikontrol oleh komposisi Sc pada bedrock. Apabila konsentrasi pada bedrock tinggi maka konsentrasi Sc pada zona hasil pelapukan limonit akan tinggi.



Kekerabatan unsur Co dan Sc, diawali dengan perubahan mineral clinopiroksen yang berkembang seiring pelepasan ion Co pada batuan peridotit. Pada daerah Belu, Sc terbentuk dengan baik yang diwakili oleh grafik yang relatif dengan Co. Sedangkan pada daerah TTU pembentukan Sc relatif berbanding terbalik dengan Co dimana grafik menunjukkan perubahan dan perbedaan non linier (Gambar 4.10).

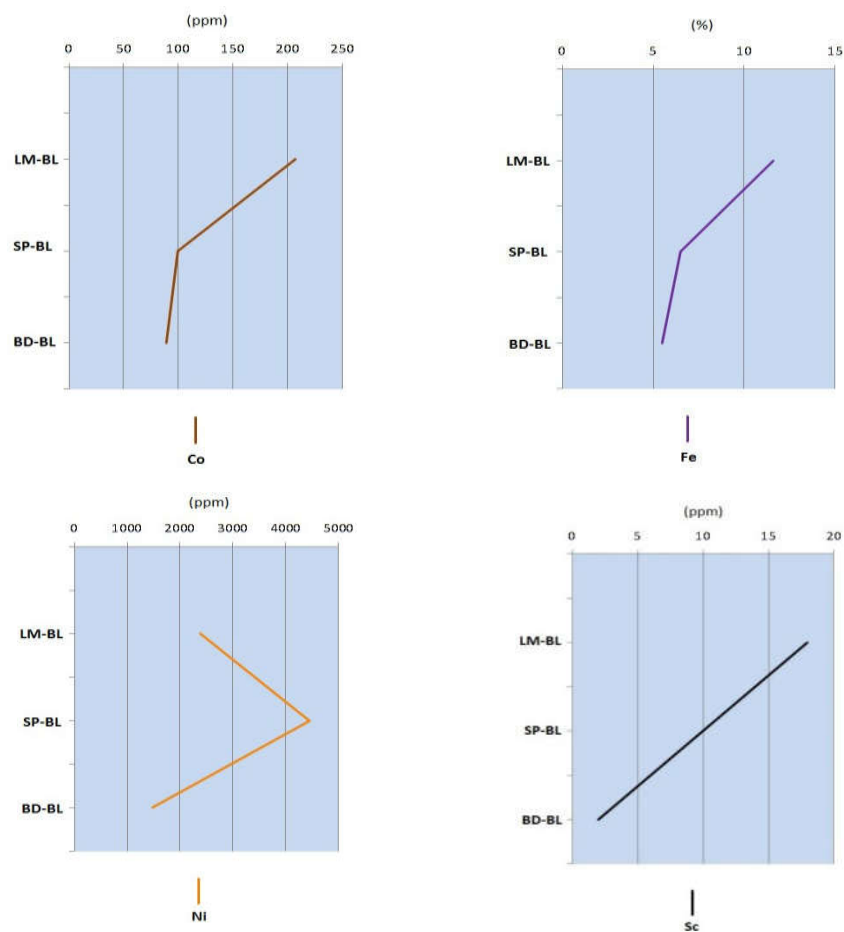


Gambar 4.10. Grafik kekerabatan unsur Sc dan Co

Analisis grafik diatas menggambarkan adanya perbedaan pembentukan endapan nikel laterit yang berpengaruh pada unsur Sc. Diinterpretasikan bahwa daerah Belu singkapan batuan ultramafik memiliki laterisasi cukup baik, dibanding daerah TTU yang batuan utamanya dikontrol oleh topografi dan rekahan batuan.



Gambar 4.11, secara umum menunjukkan perbedaan mencolok unsur Sc, Fe, Co, Ni yang terdapat pada laterit daerah Belu. Grafik Sc dan Ni menunjukkan hubungan linier pada batuan ultramafik dan berbanding terbalik pada lapisan limonit saprolit. Sedangkan grafik Ni dan Co menunjukkan kesamaan linier pada batuan ultramafik dan berbanding terbalik pada lapisan limonit saprolit.

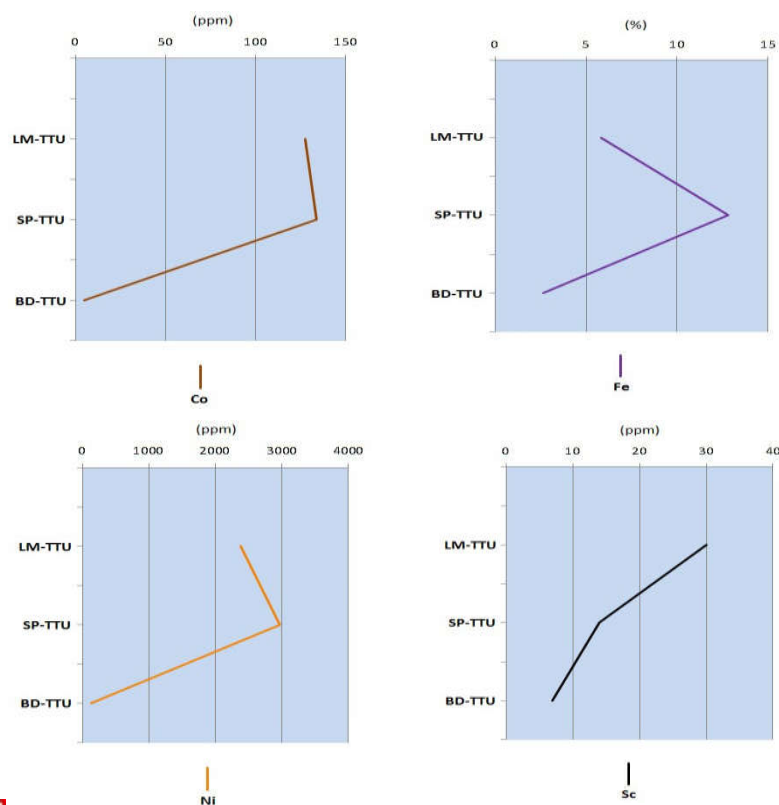


Gambar 4.11. Grafik Sc, Fe, Co, Ni daerah Belu





Gambar 4.12, secara umum menunjukkan perbedaan mencolok unsur Sc, Fe, Co, Ni yang terdapat pada laterit daerah TTU. Grafik Sc dan Ni menunjukkan hubungan linier pada batuan ultramafik dengan perbedaan kemiringan grafik, hal ini menunjukkan bahwa terdapat faktor pengkayaan yang berbeda dimana proses laterisasi Sc relatif lebih lambat dibanding Ni dan Sc- Ni berbanding terbalik pada lapisan limonit saprolit. Sedangkan grafik Ni dan Co menunjukkan kesamaan linier pada batuan ultramafik, dimana proses pengkayaan Co lebih lambat dibanding Ni, namun pada lapisan limonit saprolit kedua unsur ini memiliki grafik berbanding terbalik.



Gambar 4.12. Grafik Sc, Fe, Co, Ni daerah TTU



### 3. Potensi Ekonomi Sc

Standar Sc yang dapat ditambang di negara Australia rata-rata 76 ppm sampai 370 ppm yang akan digunakan untuk industri (Wang *et al.*, 2011), sehingga saat ini pada kedua daerah penelitian belum memenuhi persyaratan pengolahan mineral tambang.



## BAB V

### PENUTUP

#### A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil observasi, analisis dan pengolahan data pada daerah penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perbedaan batuan dasar pada daerah penelitian Timor Tengah Utara (TTU) dan Belu berhubungan dengan kandungan Sc, pada peridotit menghasilkan Sc lebih tinggi dibanding batuan dasar serpentinit. Selanjutnya dalam proses laterisasi, lapisan limonit pada daerah TTU lebih tinggi dibanding lapisan limonit daerah Belu.
2. Pada daerah Belu, Sc terbentuk dengan baik yang diwakili oleh grafik yang relatif dengan Co. Sedangkan pada daerah TTU pembentukan Sc relatif berbanding terbalik dengan Co dimana grafik menunjukkan perubahan dan perbedaan non linier.
3. Distribusi vertikal unsur Sc, Fe, Co dan Ni pada daerah dan Belu, berbeda – beda, dikarenakan tingkat mobilitas dan daya larut unsur – unsur kimia tersebut berbeda satu sama lainnya.
4. Unsur Sc pada kedua daerah penelitian tidak berpotensi untuk ditambang dan diolah untuk keperluan industri karena  $<76$  ppm.



## B. SARAN

Sebaiknya melakukan pengambilan sampel secara vertikal dengan jarak seminimal mungkin untuk mengetahui penyebaran unsur – unsur secara lebih detail.



## DAFTAR PUSTAKA

Ahmad,W., 2002 Nickel Laterits – A short Course : *chemistry , Mineralogy And formation Of Nickel Laterits .*

Ahmad,W., 2008, *Laterite : Fundamental Of Chemistry, Mineralogi Weathering Processes, Formation and Exploration.* PT. International Nickel Indonesia: Sorowako, South Sulawesi

*Audley-Charles,M.G.1968. The Geology of Portugese Timor. Memoirs of the Geological Society of London No.4.*

*Bachri,S.& Partoyo, E.,1995. Geology of the eastern part of Timor. Pertamina-Mobil oil-GRDC east Indonesia Project, East Timor.Unpub report,28 pp.*

Bakosurtanal,1991, Peta RBI Skala 1: 50.000 Lembar Segeri ( NO. Lembar 2011 – 33 ) Edisi I.

Central Buana Abadi.PT.,2010. Laporan Eksplorasi pada Kecamatan Kakuluk Mesak Kabupaten Belu.

Campbell, (2008-06-30). "Cobalt and Cobalt Alloys". *Elements of metallurgy and engineering alloys.* pp.557–558. ISBN 978-0-87170-867-0.

Charlton,T.R. 2001. *The Petroleum Potential of West Timor,* Jakarta: IPA Proceeding.

Carpenter,J.R., and Chen,H.S., 1978, *Petrology And Bulk Rock Geochemistry Of The Frank Ultramafik Body, Avery Country, North Carolina, And Associated Other Ultramafic Rock Bodies Of The Southen Appalachians; Southeastern Geology,* V. 20, P. 21 - 26.

Chen.T., Dutrizac.J.J., Krause.E., Osborne.R., 2004, *Mineralogical Characterization of Nickel Laterites From News Caledonia and Indonesia,* Inco Technical Services Limited, Mississauga, Ontario.

Cloud, P. 1973, "Paleoecological Significance of the Banded Iron-formation". *Economic Geology* **68** (7): 1135–1143.

an Wilkinson. 1989, *Kimia Anorganik Dasar.* Cetakan Pertama. Jakarta: UI-Press



Dalvi, A.D., Bacon, W.G., Osborne, R.C., 2004, *The Past and The Future of Nickel Laterit, International Conference Trade Show and Investor Exchange*, Proceeding Tonoto Canada: 7-10.

Darijanto, T., 1986, *Genesa Bijih Nikel Lateritik Gebe*.

Elias, dkk., 1981, *Geologi, Mineralogi And Chemistry Of Laterit Nickel - Adoalt Deposits*, Hear Kal Goorlie, Wasten Australia Economic Geology. 76,175,1783.

Gerberding, J.L., 2005, *Toxicological Profile for Nickel*, Atlanta, Georgia, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Division of Toxicology.

Golightly, JP., Aranbica, ON., 1979, *The Chemical Composition and Infrared Spectrum of Nickel and Iron-Subtituted Serpentine From a Nickeliferous Laterite Profile*, Soroako, Indonesia, Canadian Mineral.

Golightly, J.P., 1981, *Nickel iferous Laterite Deposits*. Economic Geology, 75<sup>th</sup> Anniversary. vol 710 – 735.

Guo, G., Chen, Y., Li, Y. 1988. *Solvent extraction of scandium from wolframite residue*. JOM 40 (7), 28–31.

Hamilton, W., 1979. *Tectonics of the Indonesia region*. USGS Prof. Paper 1078. 1-345

Hall, R., dan M.E.J. Wilson, 2000. *Neogen Sutures in Eastern Indonesia*. Pergamon. Journal of Asian Earth Science 18 (2000).

Harris, R.A. 1991. *Temporal distribution of strain in the active Banda orogen: a reconciliation of rival Hypotheses*. Journal of Southeast Asian Earth Sciences, 6: 373-386.

Hawkins, M. 2001. "Why we need cobalt". *Applied Earth Science: Transactions of the Institution of Mining & Metallurgy*, Section B. 110 (2): 66–71.

Hedrick, J.B. 2010. *Mineral Commodity Summaries 2008: Scandium*. US Geological Survey.

; Hashimoto, A.; Inoue, T.; Tokuno, J.; Yoshida, S.; Sano, M. A *Low-Operating-Temperature Solid Oxide Fuel Cell in Hydrocarbon-ir Mixtures*. Science. 2000. 288, 2031-2033.



- Himazaki, H. S., Ang, Y.Z., Iyawaki, M. R., and Higeoka, S.M., 2007. *Scandium Bearing Minerals in The Bayan Obo Nb- Ree-Fe Deposit*, Inner Mongolia, China. *Resource Geology* Vol. 58, No. 1: 80 – 86
- Holleman, A. F.; Wiberg, E.; Wiberg, N. (2007). "Cobalt". *Lehrbuch der Anorganischen Chemie (in German)* (102nd ed.). de Gruyter. pp. 1146–1152. ISBN 978-3-11-017770-1.
- Irvine JTS, Politova T, Zakowsky N, Kruth A, Tao S, Travis R. 2004. Scandia-zirconia electrolytes and electrodes for SOFCs. *In Fuel Cell Technologies: State and Perspectives. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Fuel Cell Technologies: State and Perspectives*, Kyiv, Ukraine, pp. 35–47.
- Irwandy, Arif .2018. *Nikel Indonesia*. PT.Gramedia Pustaka Utama.
- John W. Morgan & Edward Anders (1980). "Chemical composition of Earth, Venus, and Mercury". *Proc. Nat. Acad. Sci.* **77** (12): 6973–6977.
- Maulana, A., Sanematsu, K., 2014, *Geochemistry Of Scandium ( Sc ) In Nickel Laterite*; Preliminary Study.
- Maulana, A., Sanematsu, K., 2016, *Studi Keberadaan Logam Penting ( Critical Metal ) Dan Logam Tanah Jarang ( Rare Earth Element ) di Sulawesi*.
- Mc Guire., Joseph C., Kampter Charles. 1960, *Preparation And Properties Of Scandium Dihydride*.
- Mendeleeff D. *The Periodic Law of the Chemical Elements (Faraday lecture, June 4th, 1889.)* *J. Chem. Soc.*, 1889, 55, 634-56. doi: 10.1039/CT8895500634.
- PP No.55.,2010, *Pembinaan dan Pengawasan Penyelenggaraan Pengelolaan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara,Pasal 25 d,e.*
- Ramaccioli,C.A., Diella, V., Artin, F., 2000. *The Formation Of Scandium Minerals As An Example Of The Role Complexes In The geochemistry Of Rare Earths And HFS Elements'*, pp 795-808.



- Shchekina, T. I., and E.N Gramenitskii, E.N., 2008. *Geomistry Of Sc In The Magmatic Process: Experimental Evidence*. Vol. 46 , No. 44 pp. 351-366.
- Rosidi, Suwitodirdjo,K. And Tjokrosapoetro,S.,(1979). *Geologi Lembar Kupang-Atambua*,PPPG, Bandung.
- Streckeisen, A. L., 1974. *Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks. Recommendations of the IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks*. Geologische Rundschau. Internationale Zeitschrift für Geologie. Stuttgart. Vol.63, p. 773-785.
- Suwitodirdjo S., Tjokrosapoetro S.,(1996). *Peta Geologi Lembar Kupang - Atambua, Timor*, skala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung
- Tatang, W,dkk. 2017. *Logam Tanah Jarang*. LIPI Press
- Tiara Ufar Mandiri.PT.,2010. *Laporan Eksplorasi pada kecamatan Insana Fafinisu dan Insana Utara kabupaten Timor Tengah Utara*.
- Tonggiroh, A., 2009. *Presisi Lapisan Endapan Nikel Laterit Berdasarkan Model Geokimia Batuan Ultramafik Daerah Sorowako Sulawesi Selatan*.
- Travis,R.B.1955. *Classification of Igneous Rock*. Quarterly of Colorado School of Mines.50.
- Van Bemmelen, R.W, 1949, *The Geology of Indonesia*, vol IA, The Haque Martinus Nijhoff.
- Wang, W., Pranolo, Y., Cheng, C.Y., 2011. *Metallurgical processes for scandium recovery from various resources: a review*. Hydrometallurgy 108, 100–108.
- Widdowson,M. (ed.), 1997, *Palaeosurfaces: Recognition, Reconstruction and Paleo environmental Interpretation*, Geological Society Special Publication.Vol 120,p. 723-732.



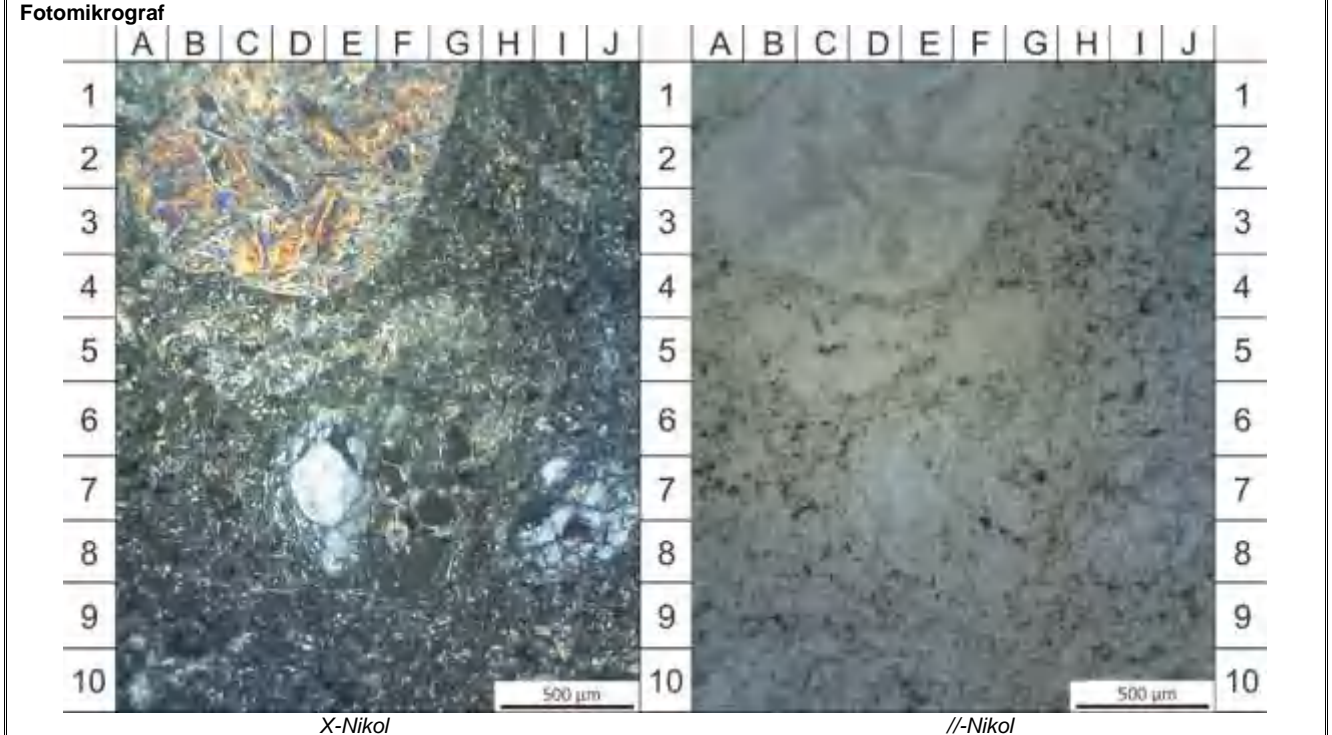
A.F., Dkk., 2003, *Inventarisasi bahan galian non logam di daerah kabupaten Timor Tengah Utara*. Prov.NTT. Direktorat Sumberdaya Mineral Bandung.





Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

No. Sampel	: ST-02A/UB/NTT	Lokasi	: Timor Tengah Utara
Koordinat	: 124° 30' 04.0"BT dan 09° 16' 25.0"LS	Elevasi	: 303 mdpl



Perbesaran Total	: 500 µm
Tipe Batuan	: Batuan Beku Ultrabasa (Batuan Ubahan)
Tipe Struktur	: Masif
Klasifikasi	: Travis, 1955
Mikroskopis	: Sayatan batuan beku ultrabasa warna absorpsi coklat dengan warna interferensi hijau kehitaman, tekstur kristalinitas holokristalin, granularitas porfiritik, bentuk subhedral – anhedral, dan relasi inequigranular, dengan ukuran mineral <0,02 – 0,64 mm, terdiri dari mineral utama berupa Piroksen(55%) sedangkan massa dasar telah berubah, mineral ubahan terdiri dari olivin (20%),serpentin (15%), mineral opak (5%), antigonite (5%).

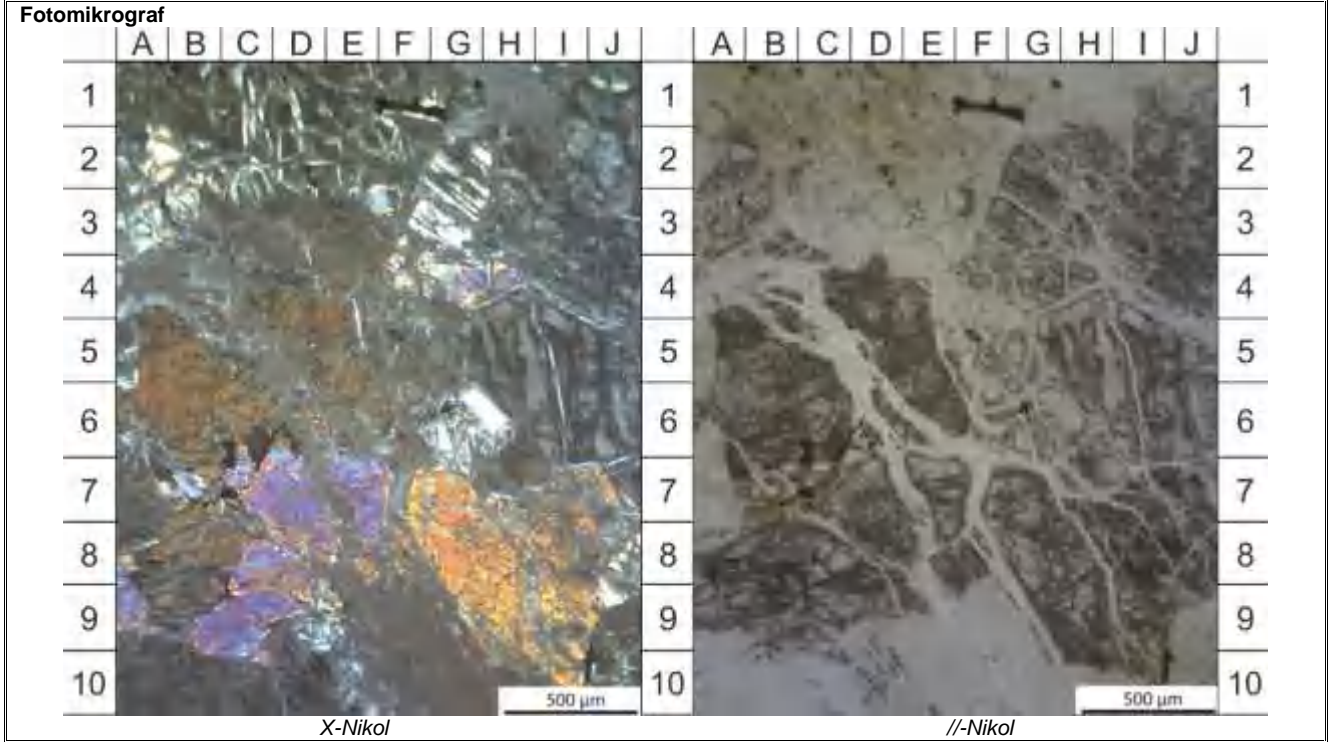
Komposisi Material	Jumlah (%)	Keterangan
Piroksin (7E, 8J)	55	Warna absorpsi putih keabu-abuan dengan warna interferensi abu-abu kecoklatan, pleokreisme tidak ada (-), bentuk mineral subhedral – anhedral, relief rendah, belahan mineral sempurna satu arah, pecahan tidak rata, ukuran mineral 0,3 – 0,64 mm, indeks bias $n_m < n_{cb}$ , sudut gelap 48°, jenis gelap miring, Jenis piroksin <i>orthopyroxene (hypersthene)</i> .
Serpentin (5G, 5C, 3H, 9J)	15	Warna absorpsi abu-abu dengan warna interferensi hijau kecoklatan, pleokreisme monokroik, relief rendah, berukuran halus, bentuk subhedral-anhedral, sudut gelap 27°, jenis gelap miring, penyebaran merata, pecahan rata dan ukuran mineral 0,06 – 0,84 mm.
Olivin (7I)	20	Warna absorpsi hijau dengan warna interferensi hijau kecoklatan, bentuk mineral subhedral – anhedral, relief tinggi, intensitas kuat, belahan 1 arah, pecahan tidak rata, sudut gelap 38°, indeks bias $n_m > n_{cb}$ , jenis gelap miring, dan ukuran mineral <0,05 mm.
Mineral Opak (8F)	5	Warna absorpsi hitam dengan warna interferensi hitam (isotrop) dengan bentuk anhedral, ukuran mineral 0,02 – 0,55 mm.
Antigorite (2E, 3D, 1F)	5	Warna absorpsi abu-abu kecoklatan dengan warna interferensi ungu kehijauan, pleokreisme dwikroik, intensitas tinggi, bentuk subhedral – euhedral (menjarum), relief tinggi, belahan sempurna satu arah, pecahan rata, ukuran mineral 0,05 – 0,07 mm. Hadir menggantikan fenokris piroksen dan digantikan oleh mineral opak

Nama Batuan	: Peridotit (Travis, 1955)
-------------	----------------------------

Paragenesa:  
antigorite Olivin Piroksen mineral opak



No. Sampel	: ST-03A/UB/NTT	Lokasi	: Belu
Koordinat	: 124° 52' 26.0"BT dan 08° 59' 18.0"LS	Elevasi	: 12 mdpl



<b>Perbesaran Total</b>	: 500 µm
<b>Tipe Batuan</b>	: Batuan Beku Ultrabasa
<b>Tipe Struktur</b>	: Masif
<b>Klasifikasi</b>	: Travis, 1955
<b>Mikroskopis</b>	: Sayatan batuan beku ultrabasa warna absorpsi coklat dengan warna interferensi hijau kehitaman, tekstur kristalinitas holokristalin, granularitas porfiritik, bentuk subhedral – anhedral, dan relasi inequigranular, dengan ukuran mineral 0,03 – 2,0 mm, terdiri dari mineral utama berupa olivin (10%), piroksen (15%), kromit-spinel (5%) dan mineral ubahan berupa mineral opak (5%) dan serpentin (65%). Batuan beku ultrabasa telah terubah dan mengalami serpentinisasi.

Komposisi Material	Jumlah (%)	Keterangan
<b>Olivin (4G)</b>	10	Warna absorpsi kuning kecoklatan dengan warna interferensi ungu kemerahan, bentuk mineral subhedral – anhedral, relief tinggi, intensitas kuat, belahan tidak ada, memiliki kembaran, pecahan tidak rata, indeks bias $n_m > n_{cb}$ , sudut gelapan 40°, jenis gelapan miring, dan sebagian besar hadir sebagai pseudomorf yang digantikan oleh serpentin dalam bentuk butiran dengan ukuran mineral 0,2 – 0,48 mm.
<b>Piroksen (5B, 7D, 8H, 9C)</b>	15	Warna absorpsi kuning kecoklatan dengan warna interferensi merah keunguan, bentuk mineral subhedral – anhedral, relief tinggi, intensitas kuat, belahan paralel dua arah, memiliki kembaran, pecahan tidak rata, indeks bias $n_m > n_{cb}$ , sudut gelapan 46°, dan jenis gelapan miring dan ukuran mineral 0,6 – 2,0 mm. Jenis piroksin <i>orthopyroxene (hypersthene)</i> .
<b>Serpentin (1C, 3A, 5J, 10E)</b>	65	Warna absorpsi coklat dengan warna interferensi hijau kehitaman, relief rendah, intensitas lemah, bentuk mineral anhedral ( <i>fibrous</i> ), belahan dua arah, jenis gelapan bergelombang, beberapa menunjukkan <i>reticulate texture</i> , terubah menjadi mineral opak, pecahan rata dan ukuran mineral 0,06 – 0,62 mm.
<b>Kromit-spinel (5F)</b>	5	Warna absorpsi coklat kekuningan dengan warna interferensi coklat hitam, intensitas tinggi, biasrangap nil, bentuk subhedral – anhedral, relief tinggi, ukuran mineral 0,03 – 0,4 mm, tidak memiliki kembaran, dan beberapa dijupai berasosiasi dengan mineral opak.
<b>Mineral Opak (8F)</b>	5	Warna absorpsi hitam dengan warna interferensi hitam (isotrop) dengan bentuk anhedral (tabular), ukuran mineral 0,12 – 0,3 mm, beberapa hadir di antara retakan serpentin.

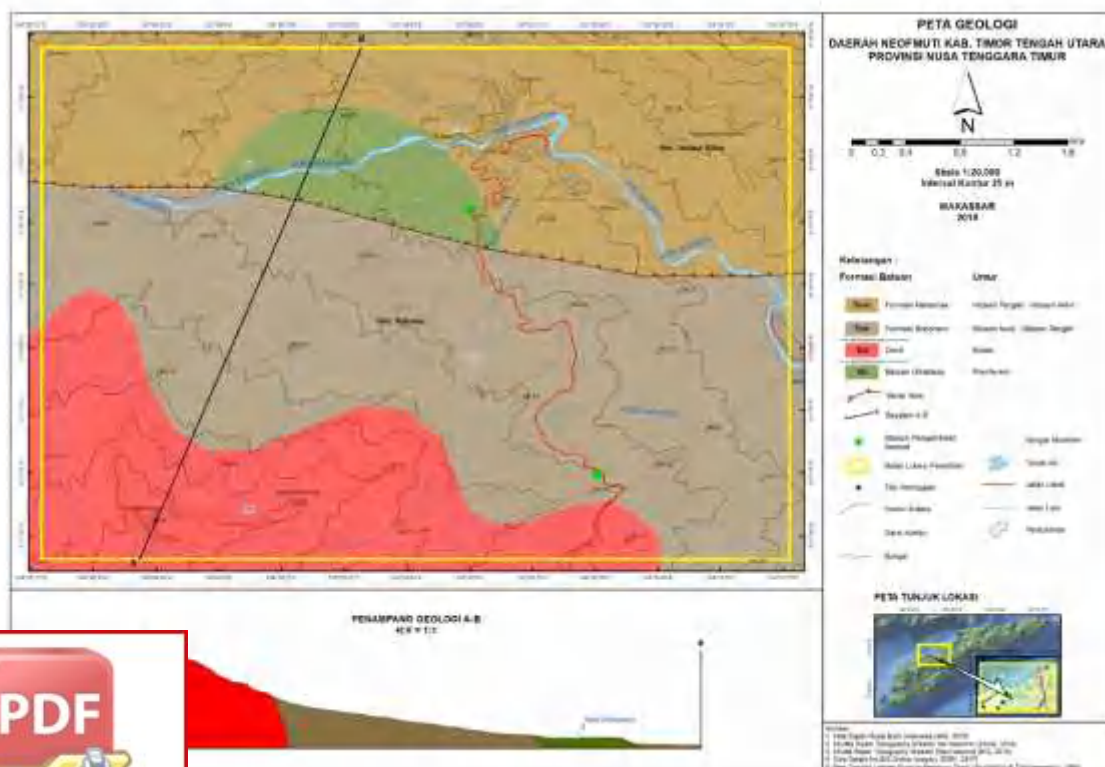
**Nama Batuan** : Serpentininit (Travis, 1955)

**Paragenesa:**

opak



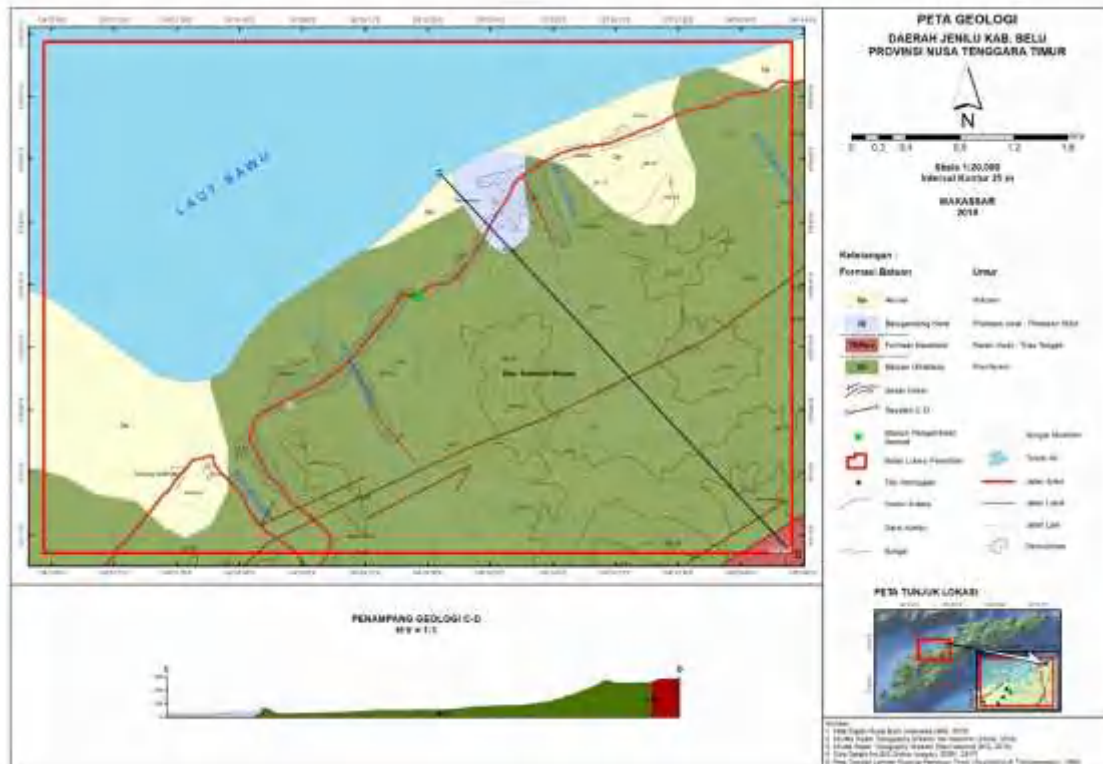
Optimization Software:  
www.balesio.com

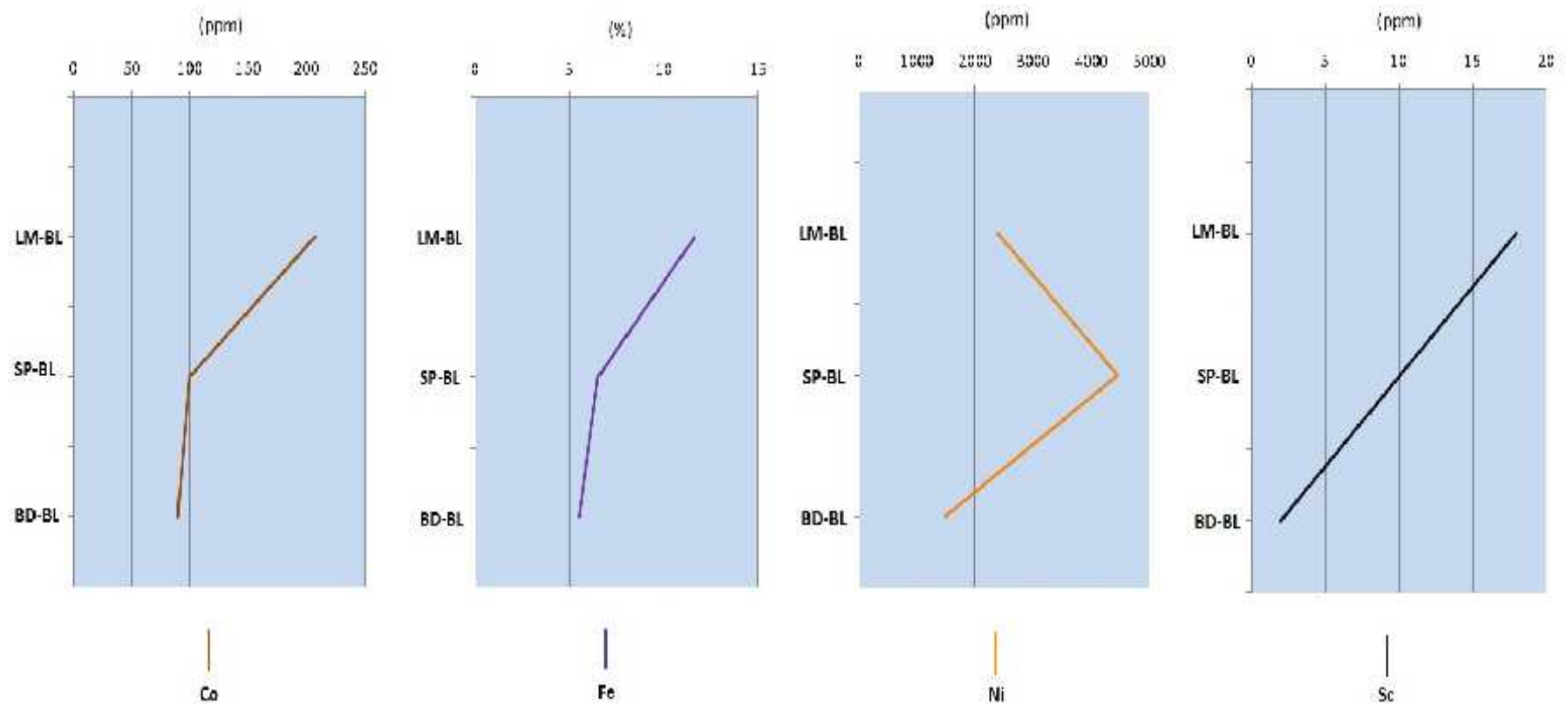


Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)



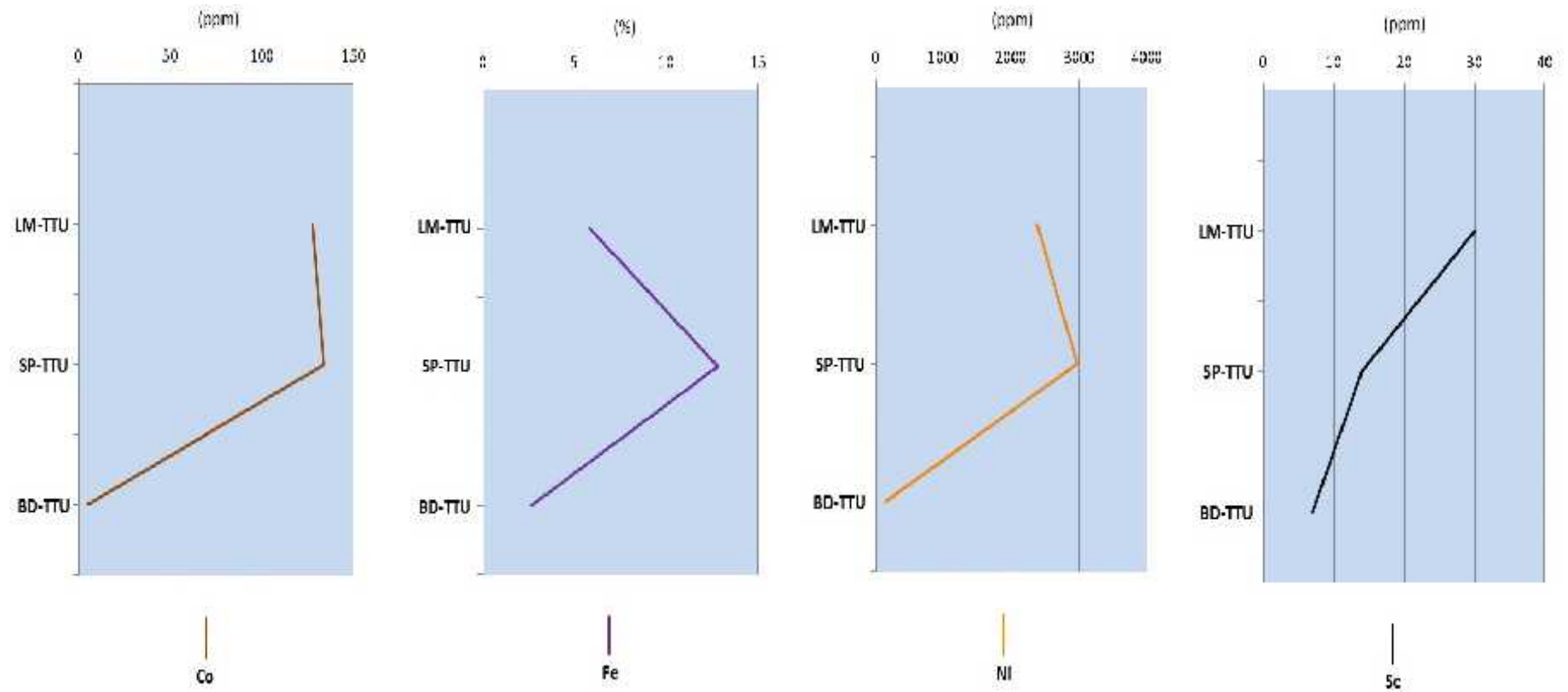

**Optimization Software:**  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)





Grafik data unsur **Co**, **Fe**, **Ni** dan **Sc** pada zona limonit, saprolit dan bedrock pada Kab. Belu.





Grafik data unsur **Co**, **Fe**, **Ni** dan **Sc** pada zona limonit, saprolit dan bedrock pada Kab.TTU.





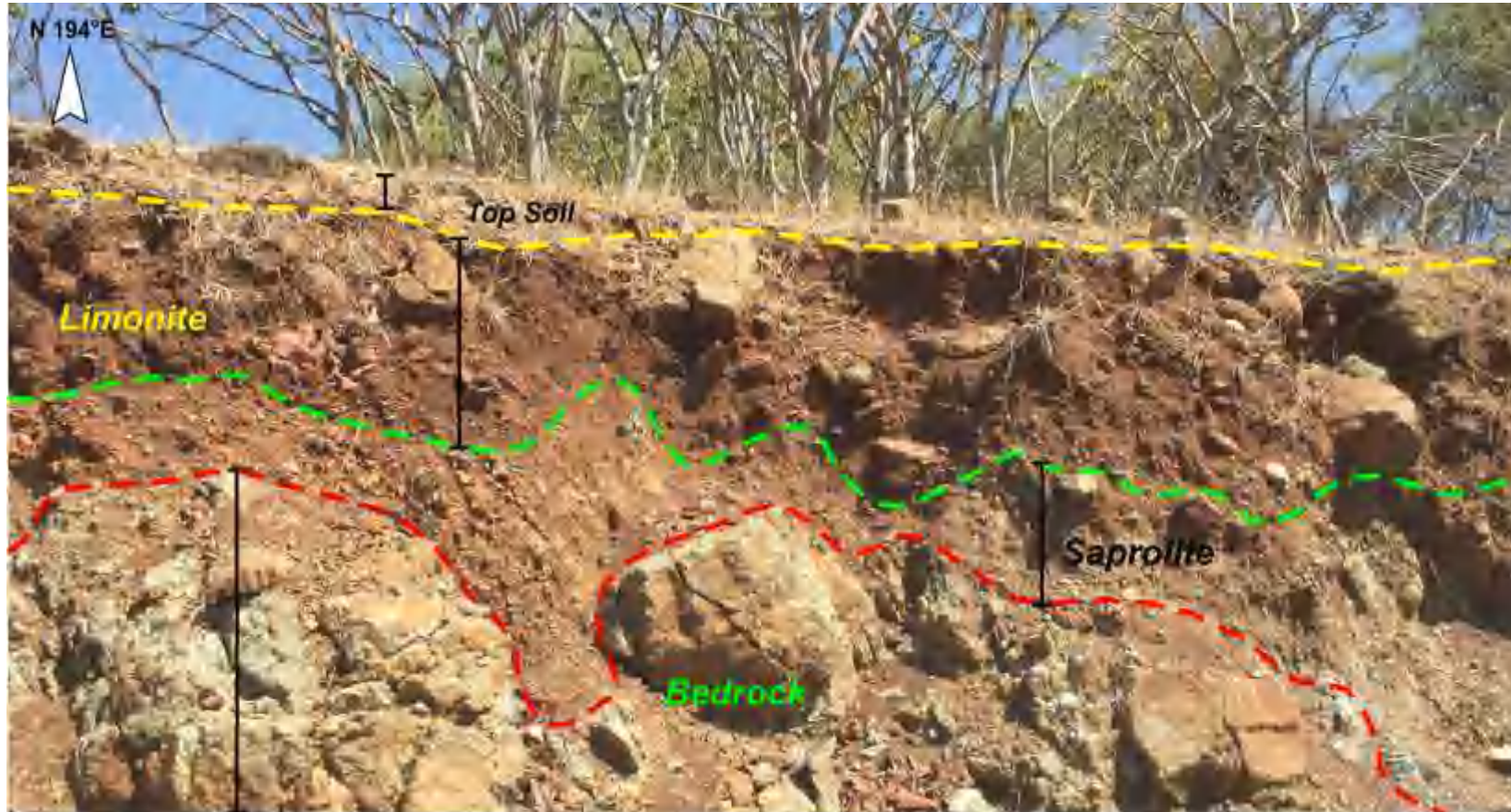


PROFIL LATERIT ST-02 (DAERAH TTU) >> Arah Pengambilan Foto N 285°E

Dimensi singkapan ±9 m x 3,8 m



Soil	±14 cm
onite	±37 cm
rolite	±84 cm
rock	±350 cm



PROFIL LATERIT ST-03 (DAERAH BELU) >> Arah Pengambilan Foto N 194°E

Dimensi singkapan ±7,5 m x 4 m



Soil	±8 cm
Limonite	±75 cm
Saprolite	±30 cm
Bedrock	±258 cm