

*Artikel***Pengkayaan Unsur Tanah Jarang Sc- Y Pada Endapan Laterit Pulau Sebuku Provinsi Kalimantan Selatan****M Fauzi¹, Hari Wiki Utama¹, Yulia Morsa Said²**¹Program Studi Teknik Geologi Fakultas Sains dan Teknologi Universita Jambi, Jl. Jambi-Muara Bulian KM 15 Mendalo Darat. Jambi 363611.²Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jambi, Jl. Jambi-Muara Bulian KM 15 Mendalo Darat.

* Korespondensi: mfauziknd@gmail.com

Abstrak : Pulau Sebuku berada pada fisiografi tinggian Maratus yang memiliki komposisi batuan ultramafik. Batuan ultramafik yang tersingkap dipermukaan biasanya akan mengalami pelapukan yang disebabkan pengaruh iklim dan curah hujan seperti yang ada di Pulau Sebuku. Salah satu produk yang dihasilkan dari lapukan batuan ultramafik tersebut yaitu endapan laterit. Pada laterit terdapat mineral-mineral bijih yang bernilai ekonomis termasuk unsur tanah jarang terutama Skandium (Sc) dan Yttrium (Y). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi geologi, karakteristik laterit serta kandungan unsur tanah jarang Skandium dan Yttrium. Metode yang digunakan berupa survey lapangan dengan menggunakan analisis petrografi, XRF (*X-Ray Fluorescence*) dan ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*). Berdasarkan analisis Geomorfologi daerah penelitian ada dua bentuk asal, yaitu bentuk asal denudasional dan bentuk asal fluvial kemudian bentuk asal ini di bagi menjadi empat bentuk lahan yaitu dataran denudasional bergelombang lemah (D5), denudasional bergelombang lemah-kuat (D6), Danau (F3) dan Rawa (F4). Pola pengaliran yang berkembang di daerah penelitian yaitu Regtangular (R). Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian berupa sesar dengan arah umum Barat Laut-Tenggara seperti sesar mendatar kiri. Karakteristik laterit yang memiliki ketebalan 8-12 meter. Kadar skandium (Sc) dan Yttrium (Y) pada lubang bor telitian dari lapisan paling atas dari laterit (Limonit) sampai paling bawah (Badrock), skandium diangka 48-5.9 ppm dan kadar Yttrium diangka 23-0.12 ppm dan terkayakan pada zona lomonit.

Kata kunci: *Pengkayaan, skandium dan yttrium, endapan laterit*

Abstract : Sebuku Island is located at the Maratus high physiography which has an ultramafic rock composition. Ultramafic rocks exposed on the surface will usually experience weathering caused by the influence of climate and rainfall such as on Sebuku Island. One of the products produced from the weathering of these ultramafic rocks is laterite deposits. Laterite contains ore minerals that have economic value including rare earth elements, especially Scandium (Sc) and Yttrium (Y). This study aims to determine the geological conditions, laterite characteristics, and the content of rare earth elements Scandium and Yttrium. The method used is a field survey using petrographic analysis, XRF (X-Ray Fluorescence), and ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry). Based on the geomorphological analysis of the research area, there are two original forms, namely denudational origin, and fluvial origin, then this original form is divided into four landforms, namely weak undulating plains (D5), weakly wavy denudation (D6), lakes (F3). and Swamp (F4). The flow pattern that developed in the research area is Rectangular (R). The geological structure that develops in the study area is a fault with a general direction of Northwest-Southeast such as a left horizontal fault. Characteristics of laterite which has a thickness of 8-12 meters. Scandium (Sc) and Yttrium (Y) levels in the drill hole from the topmost layer from laterite (Limonite) to the bottom (Badrock), scandium are at 48-5.9 ppm and Yttrium levels are at 23-0.12 ppm and are richest in the lomonite zone.

Keywords: *Enrichment, scandium and yttrium, laterite deposits*

PENDAHULUAN

Pulau Kalimantan memiliki tatanan tektonik yang kompleks, karena Subduksi lempeng Hinda-Australia yang bergerak ke utara lalu diikuti oleh kolisi daratan sunda dan mikro lempeng Pastenoster yang terdorong ke arah barat sehingga menghasilkan tinggian Maratus. Pada tinggian ini terdapat seri Ofiolit yang merupakan batuan basement kerak Samudra yang terangkat kepermukaan.

Basement Ofiolit ini mendasari daerah dari Sabah di timur laut Kalimantan dan Pegunungan Meratus di Kalimantan tenggara. Ofiolit adalah urutan litosfer Samudra yang telah didorong di atas litosfer benua sehingga memiliki peridotit, gabro dan unit basal yang dilapisi rijang dan batuan vulkanik serta sedimen laut. Ofiolit berkomposisi batuan ultramafik atau mafik dan memiliki konsentrasi mineral piroksen dan amphibole yang tinggi (Burton-Johnson, 2013).

Batuan ultramafik yang tersingkap dipermukaan biasanya akan mengalami pelapukan yang disebabkan pengaruh iklim dan curah hujan seperti yang ada di Indonesia. Salah satu produk yang dihasilkan dari lapukan batuan ultramafik tersebut yaitu endapan laterit. Batuan ultramafik yang tersingkap dipermukaan biasanya akan mengalami pelapukan yang disebabkan pengaruh iklim dan curah hujan seperti yang ada di Indonesia. Salah satu produk yang dihasilkan dari lapukan batuan ultramafik tersebut yaitu endapan laterit.

Menurut Evans (1993) Laterit merupakan produk sisa hasil pelapukan kimia dipermukaan bumi, terdapat mineral asli atau primer mengalami ketidakstabilan oleh air, kemudian terlarutkan atau pecah sehingga membentuk mineral baru yang lebih stabil. Pada laterit terdapat mineral-mineral bijih yang bernilai ekonomis termasuk unsur tanah jarang.

Unsur tanah jarang merupakan sebuah kelompok unsur yang terdapat pada tabel sistem periodik yang terdiri dari 17 unsur kimia yakni berupa Scandium (Sc), Yttrium (Y) dan 15 unsur lanthanium. Penggunaan unsur tanah jarang pada era jaman sekarang sangat dibutuhkan, karena merupakan bahan baku dalam pembuatan teknologi canggih saat ini. Keberadaan unsur tanah jarang ini biasanya bersenyawa dengan mineral bijih terutama pada daerah Pulau Sebuk.

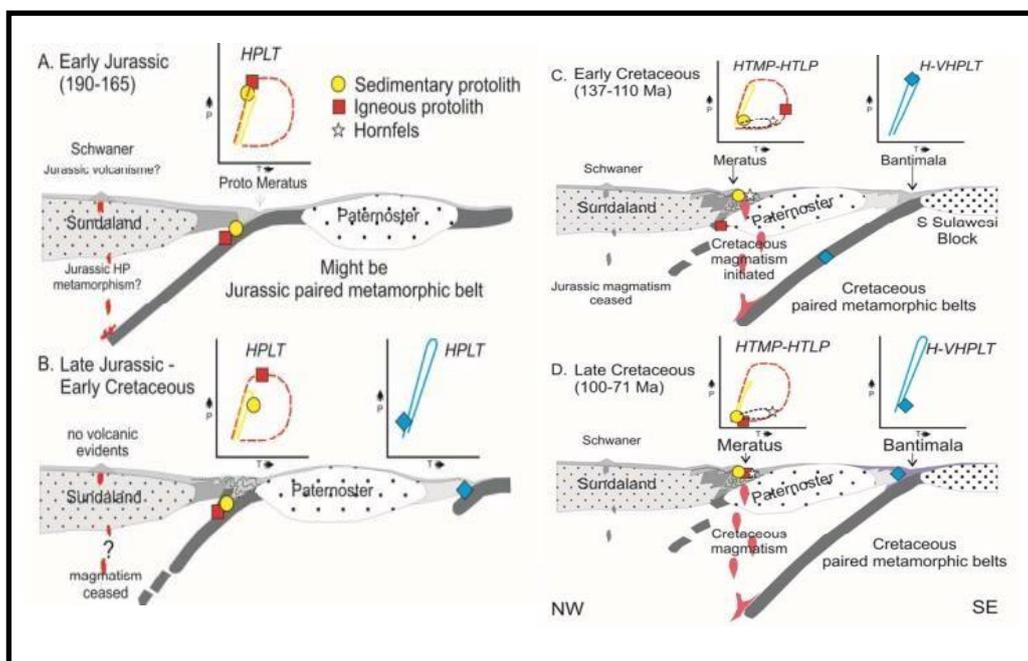
Menurut Maulana (2017) Skandium (Sc) mempunyai sifat yang lunak dan berwarna keperakan dan akan membentuk permukaan sedikit kekuningan Ketika terkena udara. Sedangkan non-lanthanida unsur tanah jarang lainnya yaitu Yttrium (Y) yang merupakan mineral logam kristalin berwarna abu-abu. Yttrium tidak pernah terbentuk di alam sebagai unsur bebas, tetapi berasosiasi dengan seluruh unsur tanah jarang dan endapan bijih.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini dengan melakukan pengamatan dan pemetaan lapangan serta dilakukan analisis laboratorium dan analisis studio. Maksud dari metode pengamatan dan pemetaan lapangan adalah suatu metode yang digunakan untuk memperoleh dan mengetahui data, fakta, dan gejala – gejala geologi yang ada serta mencari kebenaran secara faktual yang terjadi di lapangan. Metode pemetaan yang digunakan diantaranya berupa survey pemetaan geologi permukaan yang dilakukan berdasarkan observasi lapangan. Observasi lapangan yang dilakukan diantaranya pengamatan morfologi, pengamatan singkapan batuan, pengukuran struktur geologi, dan pengambilan sampel batuan. Analisis laboratorium adalah suatu metode analisa yang dilaksanakan di suatu laboratorium terhadap sampel batuan yang telah diperoleh di lapangan berupa analisis petrografi, XRF (*X-Ray Fluorescence*) dan ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*). Data yang dihasilkan dari analisa laboratorium berupa data analisis petrografi dan data geokimia laterit serta batuan. Analisis studio yang mana analisis tersebut dilaksanakan untuk mengolah data penunjang hasil dari penelitian yang dilakukan dengan hasil berupa peta.

DASAR TEORI

Menurut Soesilo dkk., (2015) yang didasarkan pada evolusi metamorfisme, kegiatan tektonik yang terjadi pada tenggara Sundaland ditandai dengan dua tektonik sutur, yaitu sisa akresi Jura pada bagian barat mikrokontinen Paternoster yang menghasilkan sutur Meratus dan kompleks akresi Kapur yang terletak di bagian timur mikrokontinen Paternoster. Sutur yang berumur Jura (sabuk tekanan tinggi) dipotong oleh bagian dari sutur yang berumur Kapur (sabuk tekanan sedang/metamorfisme termal (temperatur tinggi)). Kegiatan tektonik tenggara Sundaland diawali pada Jura awal dimana terjadi subduksi yang berarah relative baratlaut - tenggara. Saat Jura Akhir hingga Kapur Awal terjadi kolisi antara Sundaland dengan mikrokontinen Paternoster. Kolisi ini menyebabkan batuan ultramafik yang merupakan bagian dari ofiolit Meso-Tethis terobduksi (Satyana, 2003 di dalam Hidayat, 2016). Saat akhir Kapur Awal lempeng samudera yang berada di tenggara Mikrokontinen Paternoster menunjam pada Mikrokontinen Paternoster dan mengalami pelelehan sebagian di Zona Meratus. Peristiwa tersebut merupakan proses magmatisme kalk alkalin yang berumur Kapur Awal - Kapur Akhir. Kegiatan tektonik ini dapat dilihat pada Gambar 1.

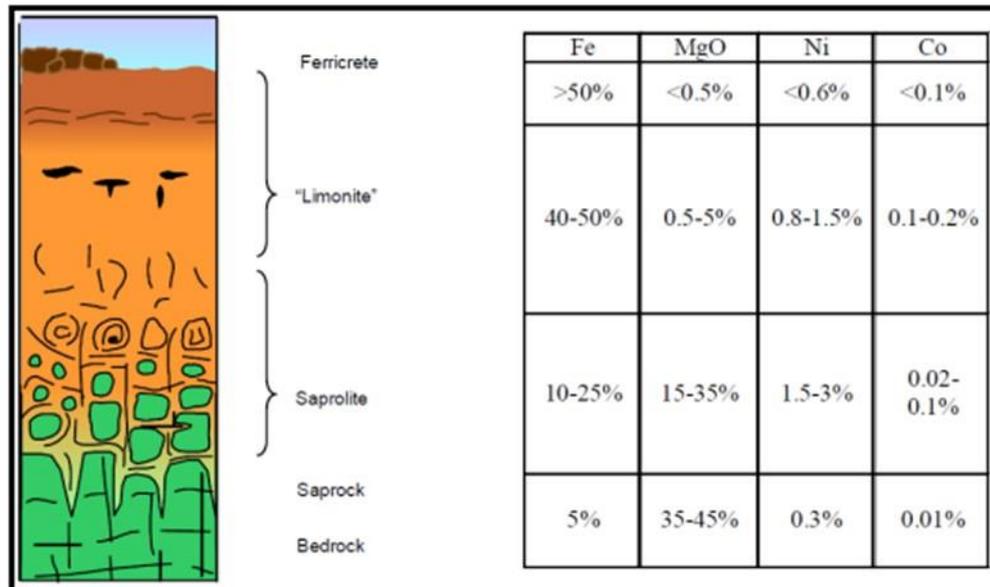


Gambar 1. Evolusi tektonik tenggara dataran sunda (Soesilo dkk., 2015).

Unsur tanah jarang (UTJ) adalah nama yang diberikan kepada kelompok lantanida, yang merupakan logam transisi dari Grup IIIB pada Tabel Periodik. Kelompok lantanida terdiri atas 15 unsur, yaitu mulai dari lantanum (nomor atom 57) hingga lutetium (nomor atom 71), serta termasuk tiga unsur tambahannya yaitu yttrium, thorium dan scandium (Tabel 1). Pemasukan yttrium, torium dan skandium ke dalam golongan unsur tanah jarang dengan pertimbangan kesamaan sifat. Unsur tanah jarang mempunyai sifat reaktif tinggi terhadap air dan oksigen, bentuk senyawa stabil dalam kondisi oksida, titik leleh relatif tinggi, serta sebagai bahan penghantar panas yang tinggi (Voncken, 2016).

Menurut Evans (1993) Laterit merupakan produk sisa hasil pelapukan kimia dipermukaan bumi, terdapat mineral asli atau primer mengalami ketidakstabilan oleh air, kemudian terlarutkan atau pecah sehingga membentuk mineral baru yang lebih stabil. Pada laterit terdapat mineral-mineral bijih yang bernilai ekonomis termasuk unsur tanah jarang.

Lateritisasi merupakan suatu proses pembuntukan endapan laterit yang terjadi pelapukan kimia batuan akibat pengaruh iklim yang lembab dalam waktu yang lama dan kondisi tektonik yang relatif stabil untuk membentuk profil yang cukup tebal dengan karakteristik tertentu (Elias, 2005).



Gambar 2. Skema pembentukan profil laterit pada batuan ultramafik (Elias, 2005)

HASIL DAN PEMBAHASAN

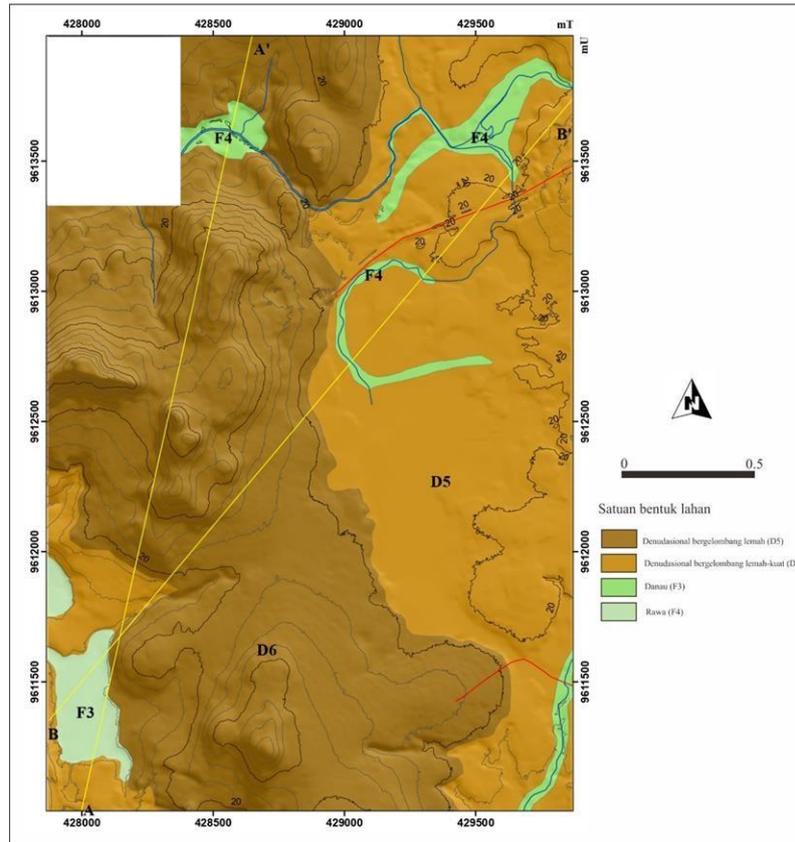
Berdasarkan ketiga aspek geomorfologi diperoleh 2 bentukan asal dan 4 bentukan lahan pada daerah penelitian yang merujuk pada klasifikasi bentuk lahan berdasarkan Van Zuidam (1985) yaitu bentuk asal denudasional yang terdiri dari bentuk lahan denudasional bergelombang lemah (D5) dan denudasional bergelombang lemah-kuat (D6). Bentuk lahan Fluvial yang terdiri dari Danau (F3) dan Rawa (F4). Maka satuan batuan tersebut disajikan kedalam bentuk peta geomorfologi daerah penelitian sebagai berikut (Gambar 3).

Bentuk lahan denudasional bergelombang lemah (D5) menempati 40% dengan kemiringan lereng 2-7% dengan kesaran elevasi 10 - 20 m. bentukan berupa daratan yang landai yang berada pada bagian timur dari lokasi penelitian, pola pengaliran yang berkembang pada daerah penelitian yaitu pola rectangular memiliki arah pola timur laut- barat daya dengan bentukan lembah U. Faktor pengontrol daerah ini dipengaruhi oleh erosi dan pelapukan. Litologi penyusun daerah ini terdiri dari tanah lapukan batuan gabro dan peridotit, dengan resistensi yang lemah.

Satuan bentuk lahan denudasional bergelombang lemah-kuat menempati 50% dengan kemiringan lereng 7-8% dengan kesaran elevasi 20 - 76 m. bentukan berupa daratan yang landai yang berada pada bagian barat dari lokasi penelitian, pola pengaliran yang berkembang pada daerah penelitian yaitu pola rectangular memiliki arah pola timur laut- barat daya dengan bentukan lembah U. Faktor pengontrol daerah ini dipengaruhi oleh erosi dan pelapukan. Litologi penyusun daerah ini terdiri dari tanah lapukan batuan peridotit, dengan resistensi yang lemah.

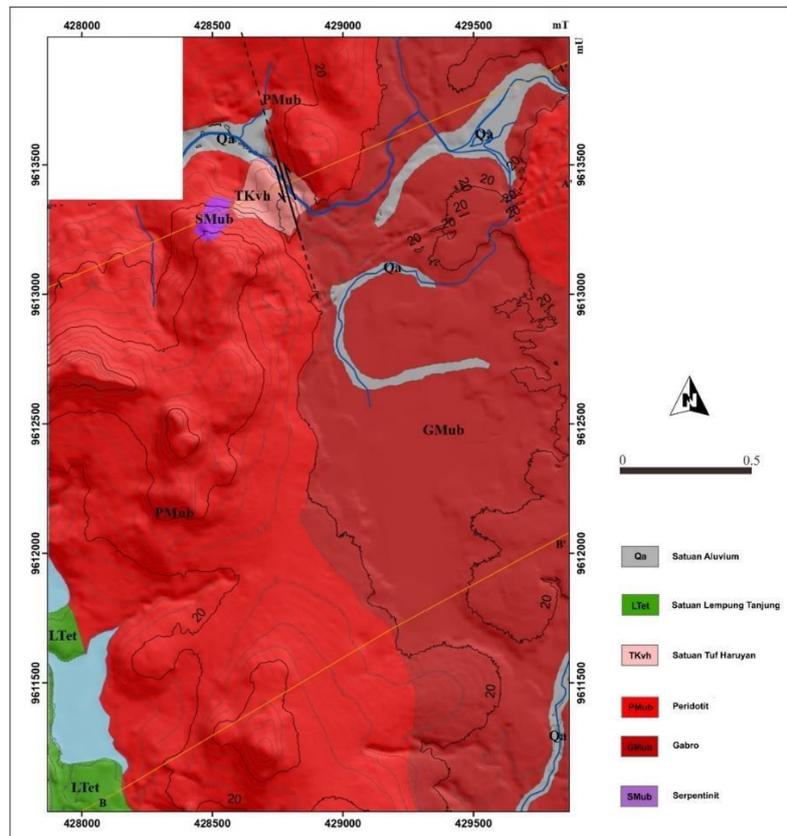
Bentuk lahan danau menempati 5%. bentukan berupa perairan berada pada bagian barat daya dari lokasi penelitian, pola pengaliran yang berkembang pada daerah penelitian yaitu pola rectangular memiliki arah pola timur laut- barat daya dengan bentukan lembah U. Faktor pengontrol daerah ini dipengaruhi oleh erosi dan antropogenik yang mana danau ini merupakan bekas lobang dari hasil penambangan. Litologi penyusun daerah ini terdiri dari endapan material lepas, dengan resistensi yang lemah.

Bentuk lahan Satuan geofomik rawa menempati 5%. bentukan berupa endapan material dengan kemiringan lereng 2% yang tersebar di beberapa lokasi penelitian, pola pengaliran yang berkembang pada daerah penelitian yaitu pola rectangular memiliki arah pola timur laut- barat daya dengan bentukan lembah U. Faktor pengontrol daerah ini dipengaruhi oleh erosi dan pelapukan. Litologi penyusun daerah ini terdiri dari endapan material lepas pasir dan krikil dengan resistensi lemah.



Gambar 3. Peta Geomorfologi Daerah penelitian

Berdasarkan ciri – ciri litologi dari hasil observasi lapangan dan hasil analisis laboratorium, maka stratigrafi daerah penelitian dibagi menjadi Formasi Mesozoikum Ultramafik yang berumur Jura, Formasi Haruyan (Kvh) yang berumur kapur, Formasi Tanjung (Tet) berumur eosen dan satuan Endapan Aluvium (Qa) berumur holosen.

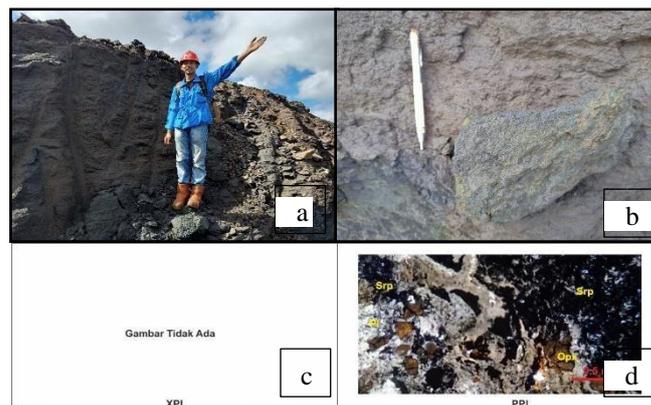


Gambar 3. Peta Geologi Daerah penelitian

Mesoziikum Ultramafik (Mub)

Batuan Mesoziikum Ultramafik (Mub) terdiri dari batuan Serpentin, gabro dan peridotit, dengan didominasi oleh pelapukan dan serpentinisasi, pada satuan ini sudah banyak mengalami proses serpentinisasi terutama pada batuan peridotit.

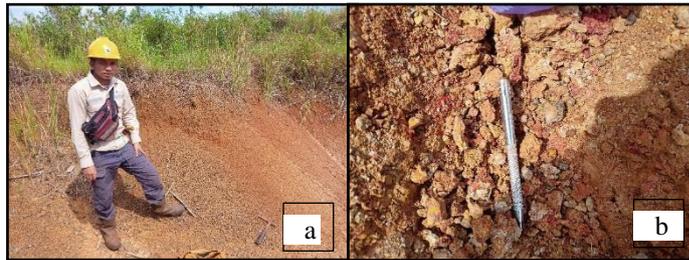
a. Serpentin



Gambar 4. a. Singkapan Batuan Serpentin; b. Sampel Batuan Serpentin; c. Sayatan Batuan Serpentin XPL; d. Sayatan Batuan Breksi Tuf PPL.

Batuan memiliki karakteristik warna abu-abu kehitaman, berbutir halus hingga sedang hingga kasar termasuk intermediet serpentinized, memiliki kemagnetan sedang hingga kuat, berdasarkan petrografi dilakukan pada perbesaran okuler 10x dan perbesaran objektif 5x. Sayatan batuan ini disusun oleh mineral serpentin 60% (Srp), mineral Ortopyroksen 20% (Opx), Plagioklas 10% (Plag) dan mineral Opak 10%. Berdasarkan komposisi mineral tersebut penamaan dan pemerian nama batuan menurut klasifikasi batuan ultramafik yang dilihat dari kandungan mineralogi yaitu Serpentin.

b. Gabro



Gambar 5. a. Singkapan Lapukan Gabro; b. Sampel Lapukan Gabro

Satuan ini hampir memiliki sebaran yang cukup luas pada lokasi penelitian yang mana batuan ini tidak tersingkap hanya tanah hasil pelapukan dari batuan gabro, pelapukan batuan ini terjadi secara insitu. Litologi tanah lapukan gabro memiliki warna putih abu-abu dan warna kemerahan ukuran mineral halus hingga sedang dengan tekstur tanah speckle komposisi mineral terdiri dari mineral-mineral oksida berupa mineral limonit, kaolin, gipsit, plagioklas dan sedikit kuarsa.

c. Peridotit



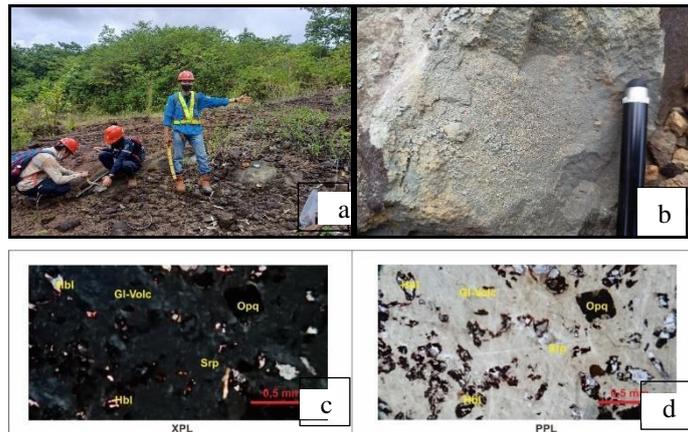
Gambar 6. a. Singkapan Lapukan Batuan Peridotit; b. Sampel Batuan Peridotit; c. Sayatan Batuan Peridot XPL; d. Sayatan Batuan Peridot PPL.

Litologi Peridotit adalah batuan beku yang bersifat ultramafik yang mengalami proses metamorfisme batuan dengan suhu yang rendah yang melibatkan panas dan air. Batuan ini memiliki warna abu-abu, struktur massif hingga fracture, derajat kristalisasi holokristalin, granularitas equigranular faneritik, bentuk kristal euhedral - subhedral, hubungan antar kristal granular. Komposisi mineral terdiri atas mineral piroksen, olivin, pada lapisan dijumpai adanya mineral lizardit dengan derajat serpentinisasi yang rendah, secara petrografi dilakukan pada perbesaran okuler 10x dan perbesaran objektif 5x. Sayatan batuan ini disusun oleh Ortopirosken 30% (Opx), Olivin yang telah mengalami serpentinisasi 60% (Ol-Srp) dan mineral opak 10% (Opq). Berdasarkan komposisi mineral tersebut penamaan dan pemerian nama batuan menurut Klasifikasi batuan ultramafik yang dilihat dari kandungan mineralogi Streckeinsen (1976) yaitu Harzburgit.

Formasi Haruyan

Persebaran satuan ini sedikit bagian lokasi penelitian, batuan pada satuan ini terdiri batuan tuf mafik yang berwarna cukup gelap. Satuan ini berumur kapur dan secara stratigrafi termasuk dalam formasi haruyan.

Tuf mafik haruyan

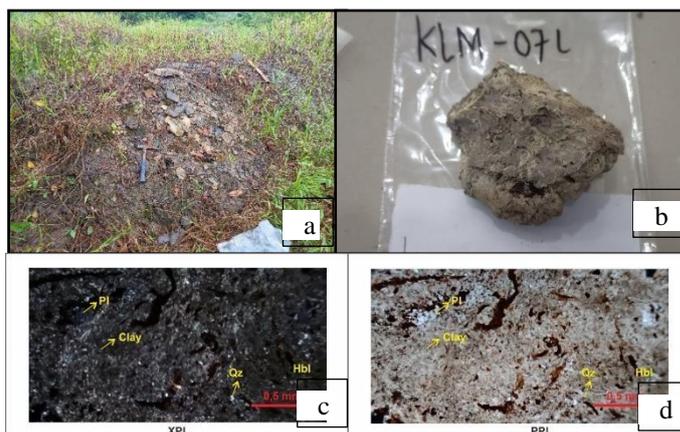


Gambar 7. a. Singkapan Batuan Tuf Mafik; b. Sampel Batuan Tuf Mafik; c. Sayatan Batuan Tuf Mafik XPL; d. Sayatan Batuan Tuf Mafik PPL.

Satuan Batuan ini terdiri dari batuan yang telah banyak mengalami pelapukan. satuan ini memiliki karakteristik warna segar abu-abu kehijauan, warna lapuk kuning kecolatan, berbutir halus, memiliki kemagnetan yang lemah, terdiri dari mineral piroksen sedikit kuarsa dan debu halus. Berdasarkan hasil dari sayatan petrografi dilakukan pada perbesaran okuler 10x dan perbesaran objektif 5x. Sayatan batuan ini disusun oleh Hornblenda 20% (Hbl), Gelas Vulkanik 40% (Gl-Volc), mineral Serpentin berupa krisotil 30% (Srp) dan mineral Opak 10% (Opq). Berdasarkan komposisi mineral tersebut penamaan dan pemerian nama batuan menurut klasifikasi batuan vulkanik yang dimodifikasi Schmid (1981) yaitu Crystal Tuff Terserpenisasi.

Formasi Tanjung

Satuan ini memiliki sebaran tidak luas pada lokasi penelitian yang mana satuan ini berumur eosen dan secara stratigrafi termasuk dalam formasi tanjong yang berada di daerah mineout. Batuan pada satuan ini terdiri dari batu lempung dan serpih.



Gambar 8. a. Singkapan Batuan Lempung; b. Sampel Batuan Lempung; c. Sayatan Batuan Lempung XPL; d. Sayatan Batuan Lempung PPL.

a. Lempung

Batulempung merupakan batuan sedimen klastik yang memiliki warna putih abu-abu, struktur masif ukuran mineral halus seperti lempung dengan derajat pembundaran membundar, pemilahan terpilah baik dan kemas tertutup, komposisi fragmen lempung, matrik kuarsa dan semen silika, secara petrografi dilakukan pada perbesaran okuler 10x dan perbesaran objektif 5x. Sayatan batuan ini disusun oleh Kuarsa 30% (Qrz), Mineral Lempung 50% (Gl-Volc) dan mineral Opak 10%

(Opq). Berdasarkan komposisi mineral tersebut penamaan dan pemerian nama batuan menurut Klasifikasi batuan Sedimen Pettijohn (1975) yaitu Quartz Wacke.



Gambar 9. a. Singkapan Batuan Serpih; b. Sampel Batuan Serpih; c. Sayatan Batuan Serpih XPL; d. Sayatan Batuan Serpih PPL.

b. Serpih

Litologi batuserpih merupakan batuan sedimen klastik yang memiliki warna abu-abu kecoklatan, struktur laminasi, ukuran mineral halus seperti lanau dengan derajat pembundaran membundar pemilahan terpilah baik dan kemas tertutup, komposisi fragmen lanau, matrik kuarsa dan semen silika, secara petrografi dilakukan pada perbesaran okuler 10x dan perbesaran objektif 5x. Sayatan batuan ini disusun oleh Kuarsa 60% (Qrz), Mineral Lempung 25% (Clay), Plagioklas 5% (Pl) dan mineral Opak 10% (Opq). Berdasarkan komposisi mineral tersebut penamaan dan pemerian nama batuan menurut Klasifikasi batuan Sedimen Pettijohn (1975) yaitu Quartz Wacke.

Geokimia Batuan

Dalam mengatahui unsur mayor, minor dan unsur tanah jarang dilakukan analisis geokimia berupa XRF dan ICP-MS, dalam hal ini analisis dilakukan pada satu lubang bor atau satu profil laterit dari zona limonit, saprolite hingga badrock, pada data XRF dengan satuan weight percent (wt%) dan pada analisis ICP-MS dengan satuan parts per million (ppm). Dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Unsur Mayor dengan Satuan wt%

Sample ID	Litho Class	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	LOI
Rlimx	SDM 01	3,365	8,845	70,459	0,313	0,007	0,006	0,048	0,379	0,220	0,128	11,460
Rlim	SDM 02	2,840	8,909	70,637	0,373	0,007	0,006	0,050	0,350	0,489	0,093	11,490
Rlimx	SDM 03	2,373	6,909	73,417	0,564	0,007	0,006	0,049	0,260	1,066	0,070	10,630
Ylim	SDM 04	2,079	3,804	76,863	0,845	0,007	0,006	0,047	0,128	0,909	0,041	10,260
Ylim	SDM 05	2,925	2,558	77,259	1,083	0,007	0,006	0,045	0,071	1,201	0,030	9,570
Ylim	SDM 06	6,457	5,071	67,565	2,616	0,011	0,006	0,050	0,111	2,717	0,020	9,920
Ylim	SDM 07	9,240	4,812	66,689	3,541	0,018	0,006	0,048	0,106	1,065	0,025	9,580
sap	SDM 08	33,912	1,216	21,842	27,975	0,007	0,006	0,050	0,021	0,294	0,006	11,850
HGT	SDM 09	38,596	0,489	9,807	36,525	0,007	0,006	0,053	0,008	0,132	0,006	12,800
HGT	SDM 11	36,142	0,360	8,446	38,537	0,101	0,006	0,075	0,013	0,120	0,006	14,140

Tabel 2. Unsur Minor dengan Satuan wt%

Sample ID	Litho Class	Ni	Co	Cr	Ti	Mn
Rlimx	SDM 01	0,305	0,021	2,895	0,227	0,170
Rlim	SDM 02	0,474	0,070	2,737	0,210	0,379
Rlimx	SDM 03	0,816	0,157	2,344	0,156	0,825
Ylim	SDM 04	1,006	0,116	2,386	0,077	0,704
Ylim	SDM 05	1,239	0,140	2,259	0,043	0,930
Ylim	SDM 06	1,481	0,249	2,196	0,067	2,105
Ylim	SDM 07	1,301	0,097	2,041	0,064	0,824
sap	SDM 08	0,931	0,025	0,710	0,013	0,228
HGT	SDM 09	0,315	0,005	0,295	0,005	0,102
HGT	SDM 11	0,148	0,005	0,277	0,008	0,093

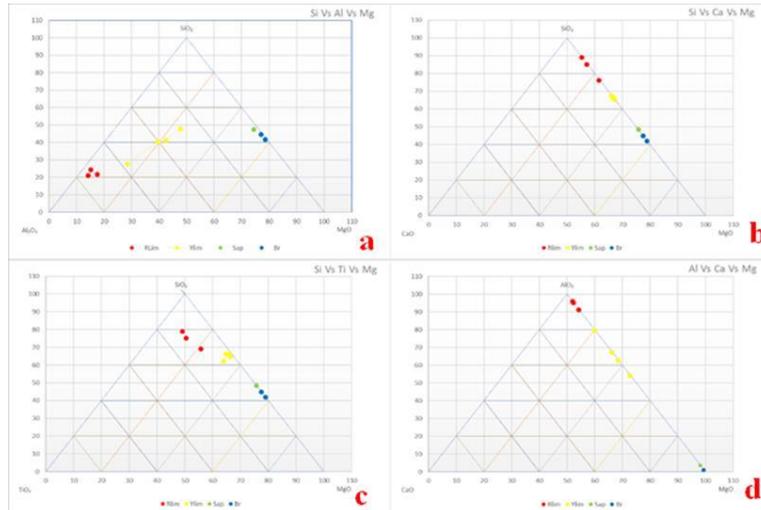
Tabel 3. Unsur Tanah Jarang Skandium (Sc) dan Yttrium (Y) dengan satuan ppm

Sample ID	Litho Class	Sc	Y
Rlimx	SDM 01	44,467	4,316
Rlim	SDM 02	44,535	4,494
Rlimx	SDM 03	37,717	6,270
Ylim	SDM 04	32,516	6,158
Ylim	SDM 05	28,642	9,557
Ylim	SDM 06	42,609	23,191
Ylim	SDM 07	48,025	8,310
sap	SDM 08	15,859	0,629
HGT	SDM 09	7,537	0,195
HGT	SDM 11	5,985	0,120

Analisis Triplot Geokimia Unsur Utama

Dengan melakukan analisis XRF (*X Ray Fluorescent*) sampel pada setiap litologi laterit dalam satu profil laterit, analisis menghasilkan persentase (wt%) unsur kimia oksida diantaranya SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, CaO, K₂O, Na₂O, TiO₂, MnO, P₂O₅ dan LOI (Loss on Ignition) yang merupakan total dari keseluruhan zat volatil pada batuan.

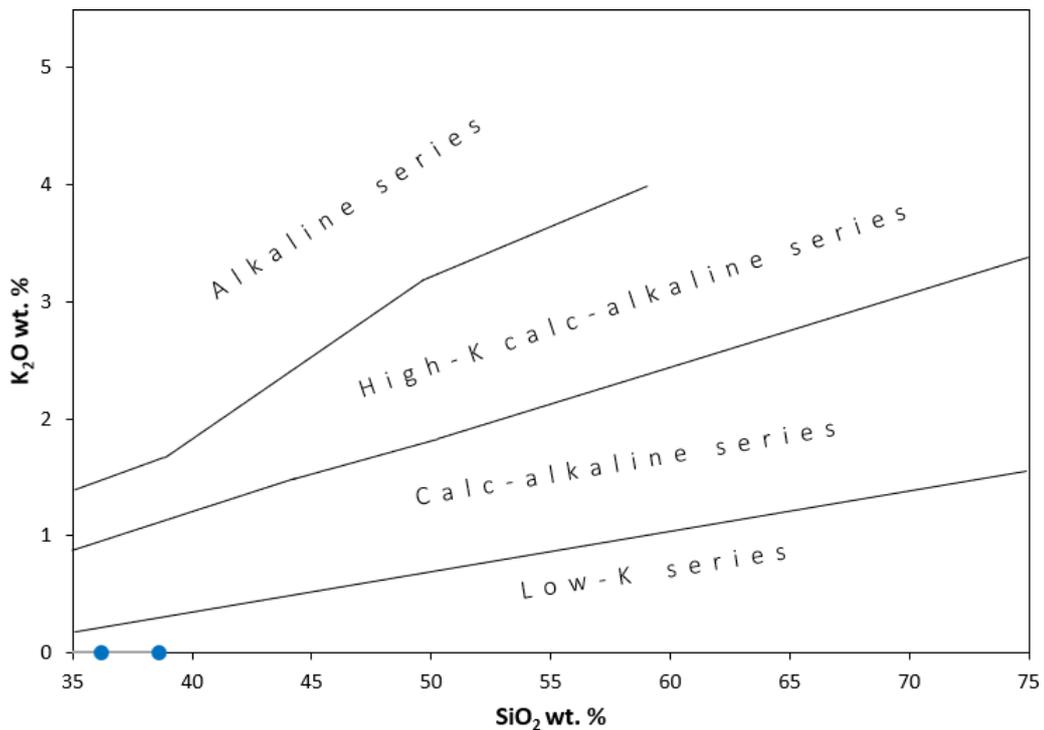
Dari data tersebut dilakukan pengolahan data menggunakan diagram triplot dengan membandingkan unsur SiO₂ dengan Al₂O₃, MgO, SiO₂ dengan unsur MgO, CaO, SiO₂ dengan MgO, TiO₂, dan Al₂O₃, dengan MgO, CaO. Pada (Gambar) dengan menggunakan SiO₂ sebagai faktor pembanding, maka variasi unsur Al₂O₃ dan TiO₂ mengalami penurunan, sedangkan MgO, CaO dan SiO₂ mengalami kenaikan, ini dikarenakan dari adanya pelarutan mineral-mineral primer sehingga terjadinya mobilitas unsur akibat proses hidrolisis saat pelapukan, unsur Si, Mg dan Ca merupakan unsur yang bersifat mobile sehingga akan terlarutkan dan mengendap di lapisan paling bawah yang banyak dijumpai pada lapisan saprolite dan badrock, sedangkan unsur Al dan Ti merupakan unsur yang bersifat non-mobile maka pada saat proses hidrolisis unsur ini tidak mengalami transportasi dan terendapkan pada lapisan atas dari laterit biasanya pada zona limonit.



Gambar 1. Diagram triplot memperlihatkan tren SiO₂, Al₂O₃, MgO, CaO dan TiO₂

Analisis Diagram Afinitas Magma

Penentuan jenis afinitas magma dapat dilakukan dengan membandingkan unsur oksida SiO₂ dan K₂O (Peccerillo dan Taylor, 1976 dalam Rollinson, 1993). Afinitas magma merupakan perubahan komposisi magma yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan tektonik dan kandungan unsur batuan sampling. Afinitas magma menggambarkan perbedaan jenis magma dari sumber pembentukan, peneliti menggunakan sampel badrock dari data bor lokasi penelitian.



Gambar 2. Diagram afinitas magma batuan ultramafik (Peccerillo dan Taylor, 1976 dalam Rollinson, 1993)

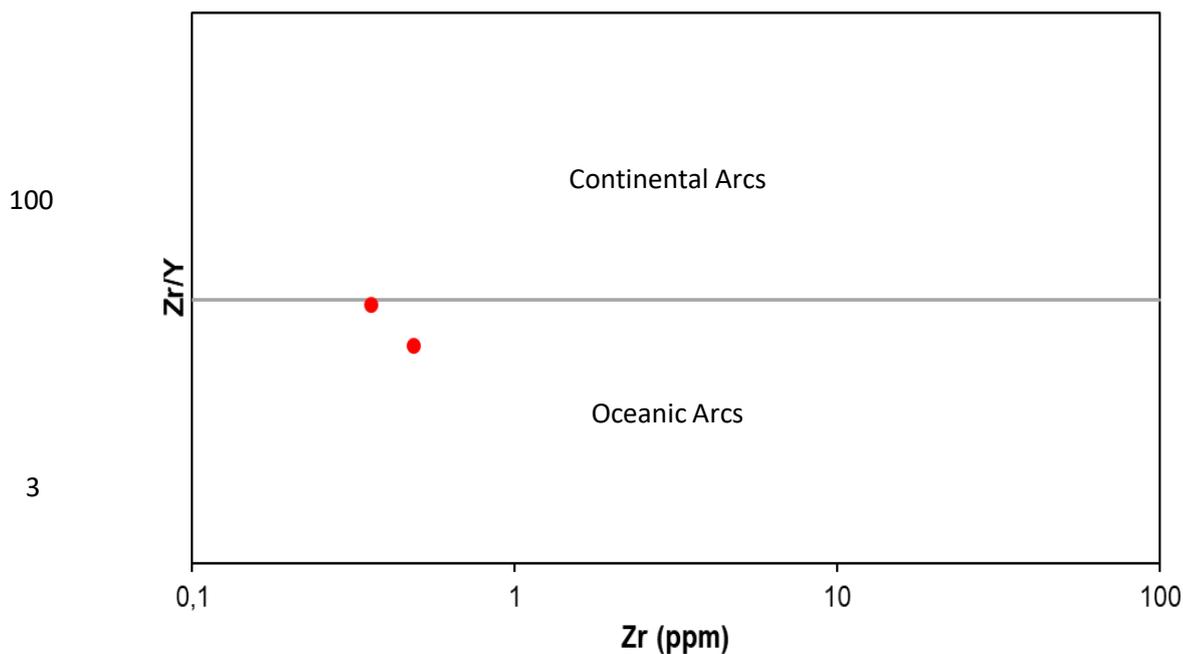
Berdasarkan plot diagram afinitas magma yang dilakukan dengan unsur SiO₂ (wt%) dan K₂O (wt%), batuan dari bor lokasi penelitian merupakan batuan yang rendah K atau toleit. Toleit merupakan seri sub alkali yang umumnya berasal dari punggung Samudra atau kontinental yang di jelaskan oleh Wilson (2007) berpendapat seri magma toleit dapat muncul pada semua tatanan tektonik yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. Asosiasi afinitas magma dengan tatanan tektonik (Wilson, 2007)

Tektonic Setting	Convergent (distructive)	Divergent (constructive)	Intra Oceanic	Intra Continental
Vulcanic Feature	Island Arc, Active Continental Margin	MOR, Back Arc centre	Oceanic Island	CRZ, Continental Flood Basalt
Magma Series	Tholeiitic	Tholeiitic	Tholeiitic	Tholeiitic
SiO₂ Range	Basalt and differentiates	Basalt	Basalt and differentiates	Basalt and differentiates

Analisis Diagram Lingkungan Tektonik

Dalam mengetahui lingkungan tektonik dilakukan dengan geokimia oksida utama yang memiliki resistensi tinggi terhadap proses pelapukan dan alterasi. Mengetahui lingkungan tektotik berguna untuk membedakan batuan dasar tersebut berasal dari oseanik atau kontinen, dengan membandingkan unsur Zr (Zirkonium) dan Y (Yttrium) menggunakan diagram diskriminan tektonik (Pearce, 1983) dan peneliti menggunakan sampel badrock dari data bor lokasi penelitian.



Gambar 3. Diagram diskriminan tatanan tektonik (Pearce, 1983)

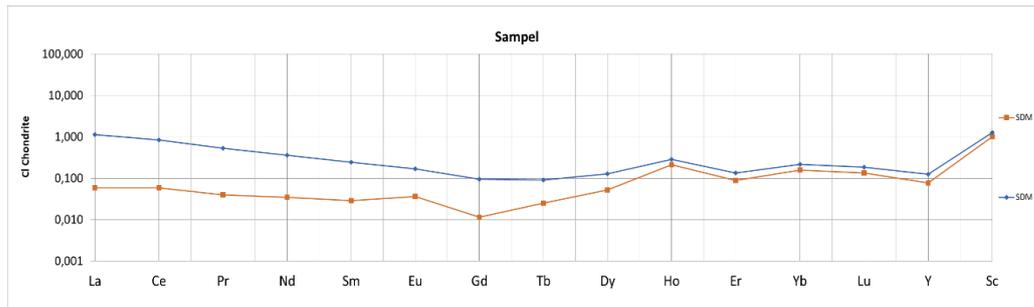
Berdasarkan plot diagram afinitas magma yang dilakukan batuan dari bor lokasi penelitian merupakan batuan yang berasal dari tatanan tektonik Samudra (*Oceanic Arc*). jika dikaitkan dengan (Tabel. 7) tatanan tektonik oleh Wilson (2007) maka tatanan tektoniknya mengerucut menjadi *Intra Oceanic*.

Geokimia Unsur Tanah Jarang

Unsur tanah jarang biasanya hadir bersamaan dalam bijih dikarenakan unsur tanah jarang tersebut dapat saling mensubtitusi satu sama lain. Unsur tanah jarang merupakan kumpulan unsur yang tergolong dari seri lantanida (La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, dan Lu) ditambah Sc dan Y. Unsur tanah jarang terbagi menjadi dua tipe

yaitu unsur tanah jarang ringan (*Light REE*) dan unsur tanah jarang berat (*Heavy REE*). Keterdapatannya unsur tanah jarang pada lokasi penelitian, kemudian peneliti melakukan plot menggunakan diagram laba-laba yang dinormalisasi terhadap *Chondrite* (McDonough & Sun 1995) pada sampel batuan dasar dengan kode SDM 09 dan SDM 11 dengan litologi Harzburgit terserpentinisasi.

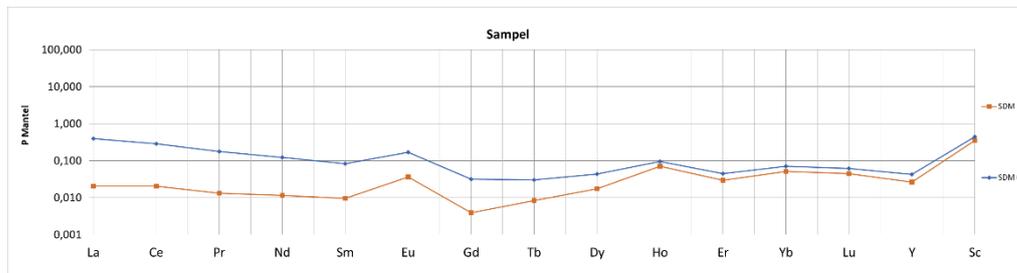
Dalam diagram tersebut menunjukkan pada sampel SDM 09 dan SDM 11 terjadi penurunan nilai Eu sehingga terjadi anomali negative dimana nilai Eu dibawah angka 1.0 ppm, unsur Eu merupakan unsur yang inkompetibel yang sulit membentuk ikatan kimia, sehingga pada sampel ini terjadi penurunan Eu dikarenakan terjadi proses serpentinisasi pada batuan sampel yang dapat dilihat pada (gambar 43)



Gambar 4. Diagram laba-laba REE dinormalisasi Chondrite

Selanjutnya peneliti melakukan plot menggunakan diagram laba-laba yang dinormalisasi terhadap *Primitive Mantle* (McDonough & Sun 1995) pada sampel batuan dasar dengan kode SDM 09 dan SDM 11 dengan litologi Harzburgit terserpentinisasi.

Pada diagram tersebut menunjukkan penurunan unsur LREE yang menunjukkan bahwa mencirikan sumber batuan berasal dari peleburan mantel setara NMORB. Berdasarkan pengamatan grafik keterdapatannya unsur tanah jarang, dilihat urutan keterdapatannya unsur tanah jarang tertinggi hingga terendah yaitu pada SDM 09 > SDM 11, yang mana pada sampel SDM 09 terjadi proses serpentinisasi yang cukup tinggi dibandingkan SDM 11 karena merupakan batuan segar.

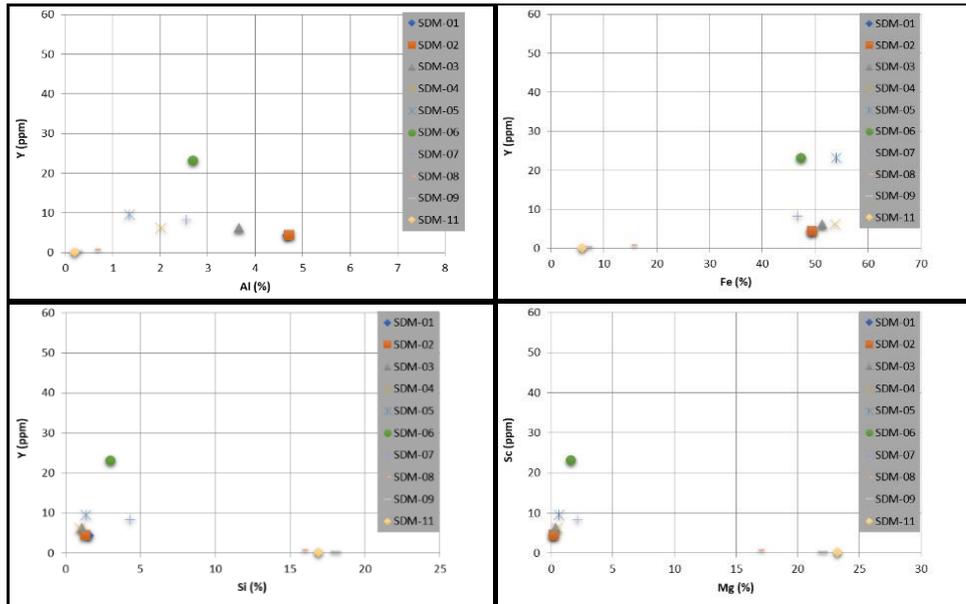


Gambar 5. Diagram laba-laba REE dinormalisasi Primitive Mantle

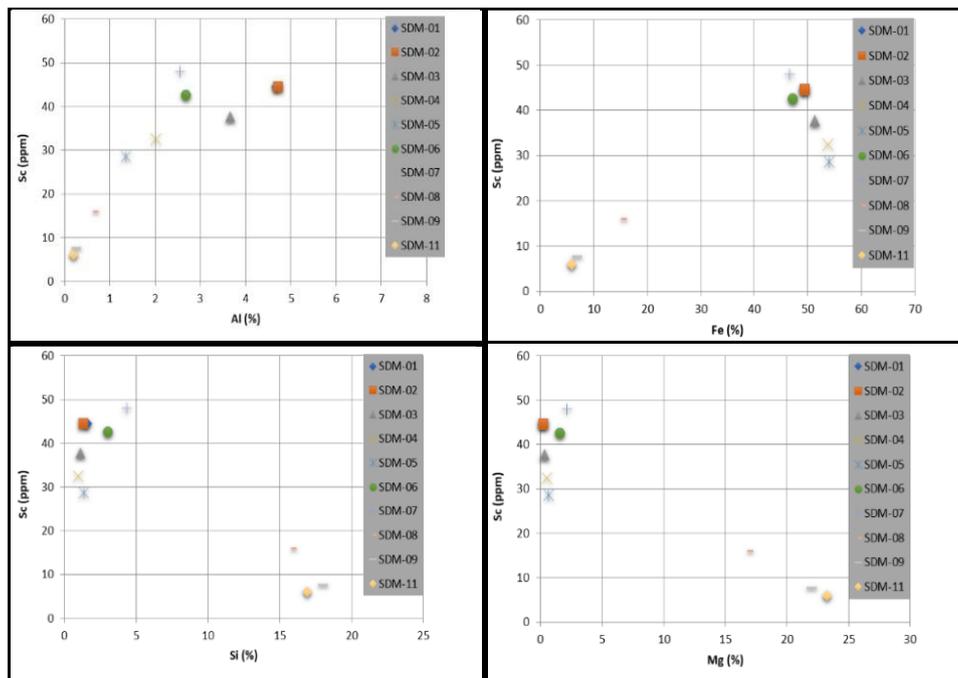
Unsur Tanah Jarang Skandium (Sc) dan Yttrium (Y)

Pengkayaan Skandium (Sc) dan Yttrium (Y)

Dari data analisis XRF dan ICP-MS dilakukan pengolahan data menggunakan diagram scatter plot dengan unsur scandium (Sc) dan Yttrium (Y) dengan unsur mayor Besi (Fe), Aluminium (Al), Silika (Si) dan Magnesium (Mg), terdapat korelasi tren positif antara Skandium (Sc) dan Yttrium (Y) dengan Aluminium (Al), sedangkan korelasi scandium (Sc) dan Yttrium (Y) dengan Besi (Fe) tren yang positif namun pada zona Ylim terdapat anomali terhadap korelasi tersebut, sedangkan pada korelasi scandium (Sc) dan Yttrium (Y) dengan Unsur silika (Si) dan Magnesium (Mg) menunjukkan korelasi yang negatif, dapat dilihat pada grafik (Gambar 45 dan Gambar 46) berikut.

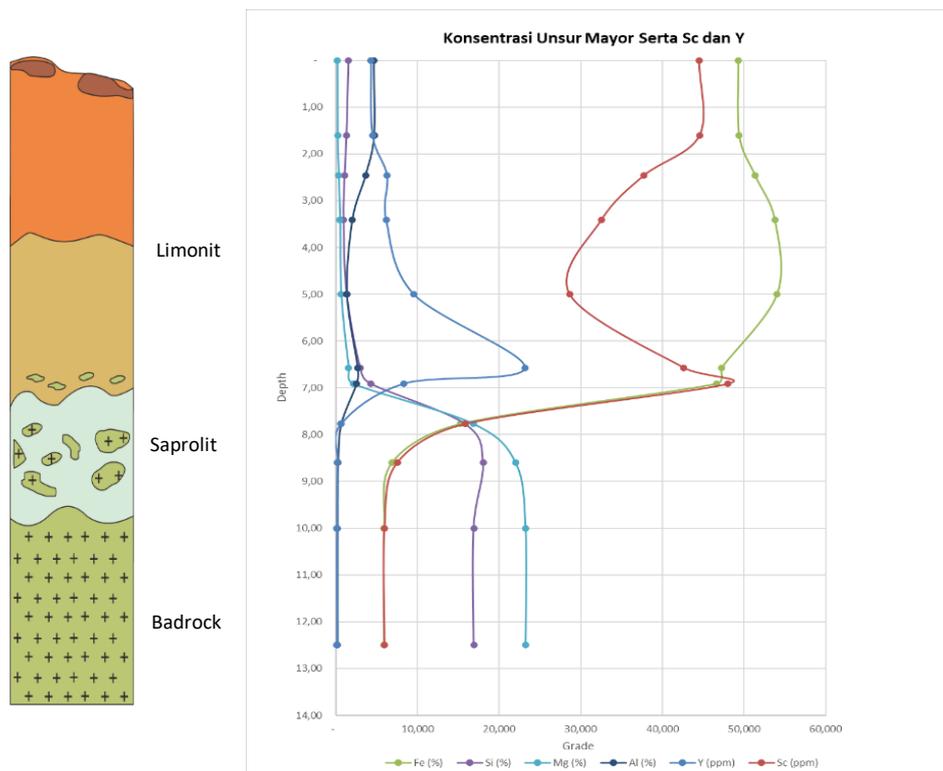


Gambar 6. Grafik Scatter Plot Skandium (Sc) dengan Unsur Mayor Besi (Fe), Aluminium (Al), Silika (Si) dan Magnesium (Mg).



Gambar 7. Grafik Scatter Plot Yttrium (Y) dengan Unsur Mayor Besi (Fe), Aluminium (Al), Silika (Si) dan Magnesium (Mg).

Profil Laterit Serta Perbandingan Unsur skandium (Sc) dan Yttrium (Y)



Gambar 17. Grafik *Downhole* profil dengan perbandingan Unsur mayor dan Sc

Dari (Gambar 45) perbandingan grafik unsur mayor, scandium, yttrium dan profil laterit diatas menunjukkan bahwa UTJ scandium (Sc) dan Yttrium (Y) banyak terdapat pada zona limonit terutama pada zona YLim (*Yellow Limonite*) yaitu pada ketebalan 0-7 meter sedangkan pada zona saprolite dan zona badrock kedalaman 7-12.5 meter mengalami penurunan kadar, dan UTJ scandium (Sc) dan Yttrium berasosiasi dengan dengan unsur mayor Alumunium (Al). Hal tersebut menunjukkan bahwa pegkayaan unsur tanah jarang scandium (Sc) dan Yttrium (Y) terjadi pada zona limonit dan berasosiasi dengan Alumunium (Al).

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kondisi geologi daerah penelitian dapat dilihat dari pola pengaliran yang berkembang di daerah penelitian yaitu Regtangular (R) dan untuk satuan geomorfologi daerah penelitian ada dua bentuk asal, yaitu bentuk asal denudasional dan bentuk asal fluvial kemudian bentuk asal ini di bagi menjadi empat bentuk lahan yaitu dataran denudasional bergelombang lemah (D5), denudasional bergelombang lemah-kuat (D6), Danau (F3) dan Rawa (F4) sedangkan untuk satuan batuan yang terdapat dilokasi penelitian dari muda (Jura Awal) yaitu satuan peridotit, gabro, serpentinit, dan berumur kapur yaitu satuan tuf dan berumur Eosen yaitu satuan lempung dan berumur holosen yaitu endapan aluvium. Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian berupa sesar dengan arah umum Barat Laut-Tenggara seperti sesar turun mengiri.
2. Karakteristik laterit pada daerah penelitian memiliki ketebalan 8-12 m dimana ketebalan limonit 4-7 m dan zona saprolite memiliki ketebalan 3-4 m. pembentukan laterite ini dipengaruhi lapukan yang cukup intens. Tipe laterite yang berkembang pada daerah penelitian yaitu tipe oksida, hal ini berdasarkan lapisan limonit dan saprolite yang cukup tipis. Zona limonit merah memiliki komposisi mineral dominan berupa hematit dan magnetit, sedangkan pada zona limonit

kuning memiliki komposisi mineral dominan berupa Goetit dan limonit, saprolite mengandung mineral alterasi berupa talk dan serpentin dengan jenis lizardit, crisotil. Mineral protolith berupa piroksen dan olivin.

3. Berdasarkan hasil analisis ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*) kadar skandium (Sc) dan Yttrium (Y) pada lubang bor telitian dari lapisan paling atas dari laterit (Limonit) hingga paling bawah (*Badrock*), skandium diangka 48-5.9 ppm dan kadar Yttrium diangka 23-0.12 ppm. Pada hasil pengolahan data yang dilakukan pengkayaan skandium (Sc) dan Yttrium (Y) terjadi pada zona limonit terutama pada zona Ylim (*Yellow Limonite*) pada kelaman 0-7 meter sedangkan pada zona saprolit dan badrock kedalaman 7-12.5 meter mengalami penurunan. Unsur skandium (Sc) dan yttrium (Y) ini memiliki asosiasi dengan unsur Aluminium (Al) dan Besi (Fe) dan terkayakan dilapisan limonit pada endapan laterit.

DAFTAR PUSTAKA

- Burton-Johnson, A. 2013. *Origin, emplacement and tectonic relevance of the Mt. Kinabalu granitic pluton of Sabah, Borneo*. PhD thesis, Durham University.
- Elias, M. 2005. *Nickel Laterite Deposits - Geological Overview*. Resources and Exploitation. Centre for Ore Deposit Research, University of Tasmania.
- Evans, A. M. 1993. *Ore Geology and Industrial Minerals: An Introduction*. Blackwell Publishing: Oxford.
- Maulana, A. 2017. *Endapan Mineral*. Yogyakarta: Penerbit Ombak.
- Rollinson, H. 1983. *The geochemistry of mafic and ultramafic rocks from the archaean greenstone belts of sierra leone*. *Mineralogical magazine*. vol. 47 : 267-280.
- Soesilo, Joko., Schenk, Volker., Suparka, Emmy., Abdullah, Chalid Idham. (2015). *The Mesozoic Tectonic Setting of SESundalang Based on Metamorphic Evolution*. *Proceedings IPA 39th Annual Convention*.
- Van Zuidam. 1983. *Guide to Gomorphological Aerial Photographic Interpretation and Mapping*. ITC. Enschede The Netherlands.
- Voncken, J.H.L. 2016. *The Rare Earth Elements An Introduction*. Springer Brief in Earth Sciences. Wilson, M. 2007. *Igneous Petrogenesis*. Springer: Netherlands.
- McDonough, W.F. dan Sun, S.S., 1995. *The composition of the Earth*. *Chemical geology*, 120(3-4), pp.223-253.