

Distribusi Mn dan Cr Pada Profil Endapan Laterit Pulau Sebuku

Distribution of Mn and Cr in Laterite Deposit Profiles of Sebuku Island

Yasin Septian¹, Muhammad Kasim^{*2}, Noviar Akase³

¹ Program Studi Teknik Geologi, Universitas Negeri Gorontalo, Kota Gorontalo

Corr Author: ¹yasinseptian329@gmail.com, ^{*2}muhkasim@ung.ac.id, ³noviar.akase@gmail.com

ABSTRAK

Di Indonesia, hal utama yang menjadi permasalahan dalam industri baja adalah, industri baja pada negara ini masih bergantung pada import bahan baku yang sangat tinggi. Hal inilah yang menyebabkan industri baja nasional sangat bergantung pada kondisi pasar baja dunia. Selain nikel (Ni), unsur lain yang berperan dalam bahan baku baja adalah unsur mangan (Mn) dan chromium (Cr). Analisis laboratorium dilakukan pada penelitian ini yaitu berupa analisis petrografi dan juga analisis geokimia. Berdasarkan hasil pengamatan secara megaskopis pada sampel drilling, profil laterit yang berkembang pada daerah penelitian yaitu dari atas ke bawah di mulai dari limonit saprolite dan bedrock, dengan bedrock terdiri dari normal serpentinit dan brecciated serpentinit. Mineral serpentin grup yang terbentuk yaitu berupa lizardit, krisotil dan antigorit yang dimana mineral ini mengubah mineral ferromagnesia yang ada pada batuan ultramafik. Berdasarkan hasil analisis geokimia kedua Sampel tersebut pada zona limonit memiliki kadar Cr yaitu 0.95 – 7.53 %. Mn pada 0.23 – 1.21 %. Pada zona saprolit kadar Cr berkisar antara 0.59 – 2.27 % dan untuk kadar Mn yaitu 0.12 -0.54%. Sementara pada bedrock kadar Cr memiliki nilai 0.28 – 1.52 % sedangkan unsur Mn berada pada nilai 0.11 – 0.17 %. Pengkayaan chromium dan mangan pada profil laterit daerah penelitian yaitu berada pada zona limonit yang bersamaan dengan kenaikan besi pada zona tersebut

Kata-kata kunci: Chromium, Mangan, Serpentin, Laterit

ABSTRACT

In Indonesia, the main problem in the steel industry is that the steel industry in this country still depends on very high imports of raw materials. This is what causes the national steel industry to be very dependent on world steel market conditions. Apart from nickel (Ni), other elements that play a role in steel raw materials are manganese (Mn) and chromium (Cr). Laboratory analysis was carried out in this research, namely in the form of petrographic analysis and also geochemical analysis. Based on the results of megascopic observations on drilling samples, the laterite profile that develops in the research area is from top to bottom starting from limonite, saprolite and bedrock, with bedrock consisting of normal serpentinit and brecciated serpentinit. The serpentin group minerals that are formed are lizardite, chrysotile and antigorite, where these minerals change the ferromagnesian minerals found in ultramafic rocks. Based on the results of geochemical analysis of the two samples in the limonite zone, the Cr content is 0.95 – 7.53%. Mn at 0.23 – 1.21 %. In the saprolite zone the Cr content ranges from 0.59 - 2.27% and for Mn content it is 0.12 -0.54%. Meanwhile in bedrock the Cr content has a value of 0.28 – 1.52% while the Mn element has a value of 0.11 – 0.17%. The enrichment of chromium and manganese in the laterite profile of the research area is in the limonite zone which coincides with the increase in iron in this zone.

Keywords: Chromium, Mangan, Serpentin, Laterite

Submitted: 15-12-2023; Revised: 18-01-2024; Accepted: 17-01-2025; Available Online: 07-02-2025

Published by: Mining Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Lambung Mangkurat

This is an open access article under the CCBYND license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

©2025, Geosapta

PENDAHULUAN

Industri baja memiliki peranan vital terhadap proses Pembangunan suatu negara. Hal ini dikarenakan industri baja memegang peranan utama sebagai bahan manufaktur dan Pembangunan infrastruktur. Alasan inilah yang menjadikan keberadaan industri baja menjadi sangat strategis untuk mempercepat kemajuan dan kemakmuran suatu negara. Berdasarkan hal inilah, seiring dengan meningkatnya Pembangunan pada sektor industri dan infrastruktur, maka kebutuhan akan produk baja akan meningkat secara signifikan. Di Indonesia, hal utama yang menjadi permasalahan dalam industri baja adalah, industri baja pada negara ini masih bergantung pada import bahan baku yang sangat tinggi. Hal inilah yang menyebabkan industri baja nasional sangat bergantung pada kondisi pasar baja dunia [1]. Permintaan yang tinggi terhadap bahan baku baja telah menyebabkan sulitnya mendapatkan

bahan baku baja di pasar dunia, sehingga sangat perlu mengoptimalkan potensi sumber daya mineral yang ada guna menunjang pengembangan industri baja [2].

Selain nikel (Ni), unsur lain yang berperan dalam bahan baku baja adalah unsur mangan (Mn) dan chromium (Cr). Kedua unsur ini berfungsi untuk meningkatkan ketangguhan, kemampuan untuk dikeraskan dan tahan terhadap suhu tinggi. Selain itu manfaat penambahan chromium adalah meningkatkan ketahanan baja terhadap korosi [3]

Indonesia disusun oleh proses tektonik yang kompleks yaitu berada pertemuan lempeng Lempeng Indo-Australia, Lempeng Pasifik dan Lempeng Eurasia [4]. Hal ini menjadikan Indonesia memiliki kondisi geologi yang menarik, diantaranya adalah kehadiran ofiolit yang salah satu penyusunnya adalah batuan ultramafik. Batuan ultramafik merupakan batuan yang memiliki

potensi sebagai sumber mineral ekonomis salah satunya adalah endapan laterit. Endapan laterit merupakan salah satu tipe endapan mineral ekonomis yang dihasilkan dari proses pelapukan batuan yang tersingkap dipermukaan.

Pulau Kalimantan merupakan salah satu pulau di Indonesia yang memiliki kehadiran ofiolit yang tersingkap di permukaan. Salah satunya adalah ofiolit meratus yang berada di Provinsi Kalimantan Selatan. Daerah penelitian berada pada Kecamatan Pulau Sebuku. Secara fisiografis Pulau Sebuku berada pada zona fisiografi Tinggian Meratus [5]. Hal ini menjadikan daerah penelitian memiliki kondisi geologi yang sama dengan daerah Meratus. Ofiolit Meratus merupakan hasil proses tektonik yang kompleks berupa subduction-collision antara mikrokontinen paternosfer dengan mikrokontinen schnawer pada tepian sundaland. Hal inilah mengakibatkan ofiolit meratus terobduksi ke permukaan [6].

Pulau Sebuku memiliki potensi endapan laterit yang telah dikelola oleh PT Sebuku Iron Lateritic Ores (PT SILO). Laterit di Pulau Sebuku memiliki tipe iron laterit [7]. Hal ini menjadikan PT SILO memiliki produksi bijih besi sekitar 4,7 jt WMT/tahun [9]. Bijih besi laterit pada pulau sebuku didominasi oleh mineral goetit dan maghemite dengan kadar besi 42.68% [10]

Berdasarkan hasil analisis kimia, endapan laterit memiliki banyak kandungan logam berat seperti Fe, Co, Mn dan Mg [11]. Selain itu hasil pelapukan batuan ultramafik ini juga memiliki kandungan Cr yang cukup signifikan [12]. Pengkayaan logam berat pada profil laterit tentunya tidak lepas dari sifat dari serta mobilitas dari unsur logam tersebut. Adapun faktor lain yaitu berupa topografi, batuan dasar serta iklim yang bekerja pada suatu daerah.

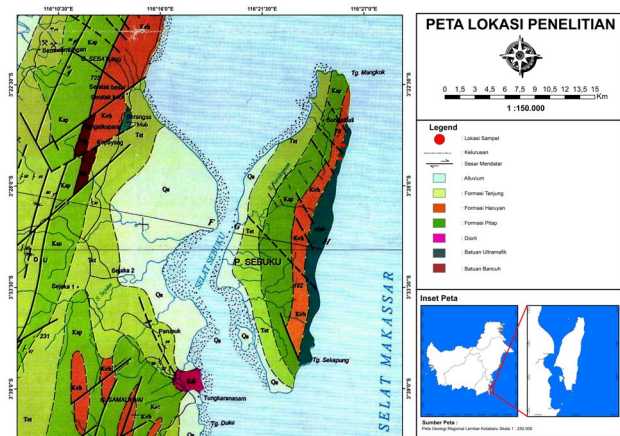
Penelitian terfokus pada pengkayaan logam berat khususnya mangan (Mn) dan chromium (Cr) pada profil lateri di wilayah Pulau Sebuku. Dengan memahami konsep laterisasi, diharapkan dapat mengetahui pengkayaan dari logam berat tersebut sehingga dapat memberikan informasi terkait pengkayaan dari logam tersebut di lokasi penelitian guna menunjang kebutuhan industri baja dalam negeri.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan secara sistematis dan terencana. Metode penelitian bertujuan untuk menjadi acuan dalam melaksanakan rangkaian kegiatan selama penelitian berlangsung. Secara umum metode yang digunakan dalam penelitian ini *core drilling*, analisis geokimia menggunakan *X-Ray Fluorescence (XRF)* dan juga menggunakan metode analisis petrografi serta membutuhkan data pendukung berupa literatur penelitian terdahulu.

Studi Literatur

Studi literatur terkait kajian penelitian, diantaranya berupa kondisi geologi regional yang didapatkan dari peta geologi regional lembar Kotabaru [13]. serta beberapa penelitian terdahulu, baik yang berada di lokasi penelitian ataupun di luar lokasi penelitian



Gambar-1. Peta Geologi Regional Lokasi Penelitian [13]

Analisis Laboratorium

Analisis laboratorium dilakukan pada penelitian ini yaitu berupa analisis petrografi dan juga analisis geokimia. Analisis petrografi digunakan untuk mengetahui karakteristik batuan dasar secara mikroskopis baik berupa tekstur maupun komposisi mineral. Pada tahapan analisis petrografi dilakukan dibawah mikroskop polarisasi. Sementara untuk analisis geokimia dilakukan dengan menggunakan instrument *X-Ray Fluorescence (XRF)*. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur Cr dan Mn pada conto sampel.

Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan terhadap hasil yang telah diperoleh dari hasil analisis petrografi dan geokimia. Pengolahan data petrografi dilakukan dengan melihat tekstur yang berkembang serta dilakukan pula penghitungan persentase komposisi mineral penyusun untuk menentukan jenis batuan. Untuk data geokimia diolah dengan membuat chart-logging untuk melihat distribusi pengkayaan unsur Cr dan Mn pada profil laterit yang telah diperoleh dari hasil pembaran.

HASIL DAN DISKUSI

Profil Laterit

Secara sederhana proses laterisasi terjadi dikarenakan adanya proses pelapukan batuan yang disebabkan adanya infiltrasi air hujan. Besi laterit pada daerah penelitian terjadi akibat pelapukan batuan yang terjadi secara intensif untuk memungkinkan terjadinya proses leaching dan juga proses pengkayaan atau *supergene enrichment*. Hal ini tentunya diperlukan beberapa faktor pendukung berupa kemiringan lereng yang relatif kecil, air tanah, dan cuaca sehingga menghasilkan tanah laterit yang mengandung bijih besi berupa hamatit goetit, maupun maghemite

Profil laterit pada daerah penelitian diperoleh dengan melakukan drilling pada dua titik yaitu pada ST1 dan ST 2. Berdasarkan hasil pengamatan secara megaskopis pada sampel drilling, profil laterit yang berkembang pada daerah penelitian yaitu dari atas ke bawah di mulai dari limonit saprolite dan bedrock.

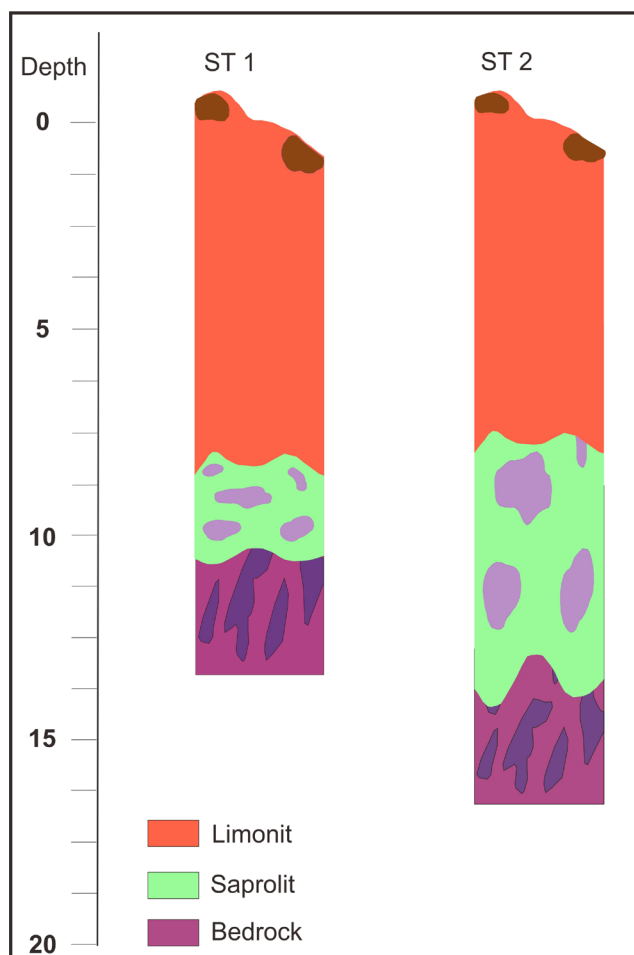
Zona limonit merupakan zona yang berada paling atas dari profil laterit. Zona ini memiliki karakteristik berwarna merah sampai merah kecoklatan. Mineral penyusun pada zona ini yaitu didominasi oleh mineral

oksida besi berupa hematit dan goetit yang menyebabkan zona ini memiliki kandungan besi yang tinggi.

Zona saprolite memiliki warna yang cenderung coklat keabuan, umumnya tekstur batuan pada zona ini masih bisa teramati. Komposisi mineral penyusun pada zona ini umumnya didominasi oleh mineral dari batuan dasarnya namun terkadang ditemukan pula mineral goetit dalam jumlah sedikit.

Zona batuan dasar atau *bedrock* merupakan zona yang tersusun oleh batuan fresh yang tidak mengalami pelapukan dengan jenis batuan berupa serpentin dengan ciri-ciri hitam keabuan, massiv, dengan mineral penyusun berupa mineral serpentin grup.

Proses pembentukan laterisasi membutuhkan banyak factor penentu yaitu berupa topografi, batuan dasar serta kondisi iklim yang mendukung dalam proses laterisasi.



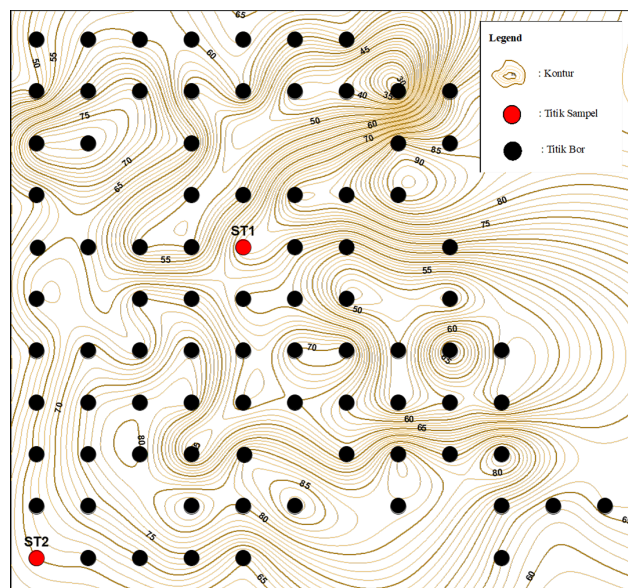
Gambar-2. Profil Laterit Hasil Pemboran

Petrography Batuan Dasar

Daerah penelitian secara regional dipengaruhi oleh kontrol tektonik yang sangat kuat. Hal ini menyebabkan kondisi batuan pada daerah penelitian mengalami ubahan. Ubahan tersebut bisa terjadi secara fisik maupun komposisi mineral yang bisa disebabkan oleh beberapa faktor, baik karena proses metamorfisme, larutan *hydrothermal* maupun kontrol struktur yang terjadi secara intens di lokasi penelitian.

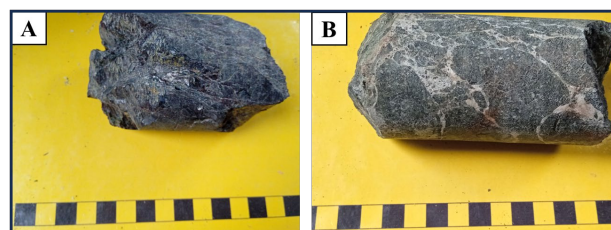
Berdasarkan hasil analisis data pemboran yang telah dilakukan terhadap 86 titik sampel bor, ditemukan batuan dasar berupa batuan serpentin dengan tekstur *brecciated* terdapat pada 11 titik bor, serta batuan normal

serpentin terdapat pada 75 titik bor. Hal menyebabkan batubatuan dasar pada daerah penelitian terbagi menjadi 2 jenis batuan dasar yaitu normal serpentin dan *brecciated* serpentin. Pembagian ini didasari berdasarkan tekstur yang terbentuk pada sample batuan yang terlihat secara megaskopis. Dari sampel tersebut kemudian dipilih masing masing 1 sampel dari normal serpentin maupun *brecciated* serpentin



Gambar-3. Peta titik bor dan lokasi sampel

Berdasarkan pengamatan petrologi sampel normal serpentin memiliki ciri warna hitam gelap, dengan komposisi mineral utama berupa mineral serpentin dan hadir pula mineral aksesori berupa magnetit dalam bentuk veinlet bersama talk dan klorit. Sedangkan sampel *brecciated* serpentin memiliki tekstur *breccia* dengan komposisi mineral utama yaitu serpentin diikuti oleh mineral talc dan magnetit sebagai mineral aksesori



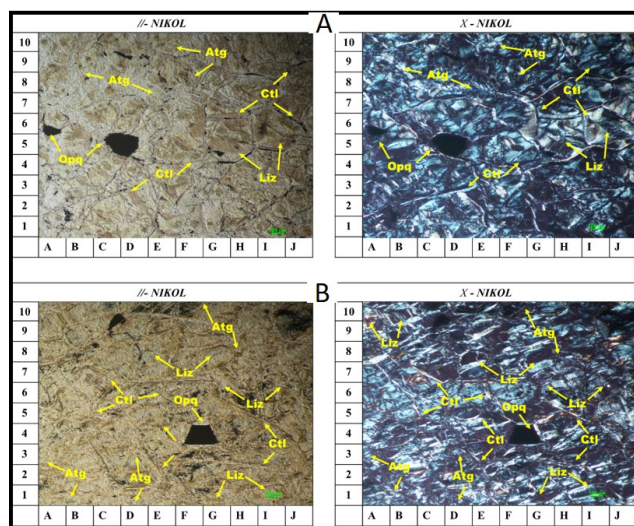
Gambar-4. Sampel hand specimen ST 1A

Berdasarkan hasil analisis petrografi, batuan dasar pada daerah penelitian tersusun atas batuan serpentin yang merupakan hasil ubahan dari batuan ultramafik. Mineral serpentin grup yang terbentuk yaitu berupa lizardit, krisotil dan antigorit yang dimana mineral ini mengubah mineral ferromagnesia yang ada pada batuan ultramafik.

Secara mikroskopis kedua sampel menunjukkan ciri-ciri berupa warna putih kecoklatan (PPL) dan abu abu kehitaman (XPL), ukuran mineral rata rata 0.01 mm – 0.03 mm, hadir mineral serpentin berupa lizardit, chrysotile dan antigorit yang menggantikan mineral primer berupa olivin atau piroksen, dengan tekstur serpentinisasi berupa tekstur *bastite*, *flakky* dan sedikit *mesh*. Tekstur *mesh* dan *bastite* merupakan tekstur awal serpentinisasi atau disebut juga tesktur *pseudomorph* yang merupakan tekstur

penggantian. Tekstur *mesh* merupakan tekstur yang terbentuk akibat penggantian mineral olivin dan tekstur *bastite* merupakan hasil dari penggantian mineral piroksen (Evans, 2004). Mineral serpentin yang hadir pada batuan ini berupa berupa

Lizardit (Liz), warna coklat keruh (PPL) – abu-abu kehitaman (XPL), relief rendah, terdapat pecahan, belahan tidak ada, kembaran tidak ada, non pleukorik, bentuk mineral subhedral-anhedral warna interferensi orde 1, ukuran mineral rata-rata 0.3 mm – 0.5 mm, hadir dalam tekstur mesh. **Krisotil (Cti)** warna coklat keruh – putih keruh (ppl) dan putih kecoklatan (xpl) relief rendah, pecahan tidak ada, kembaran tidak ada, non pleukorik, subhedral-anhedral warna interferensi orde 1 (putih kecoklatan) ukuran mineral 0.01, berkembang pada tekstur bastite dan berupa sel halus serta veinlet. **Antigorit (Atg)** Warna coklat keruh (ppl) dan abu-abu putih– kehitaman (xpl), relief rendah, pecahan tidak ada, kembaran tidak ada, non pleukorik, berbentuk anhedral, warna interferensi orde 1, ukuran mineral 0.01 mm, dan dijumpai dalam tekstur flaky dengan bentuk kristal halus dan menjarum. Mineral antigorit merupakan mineral dengan suhu pembentukan paling tinggi diantara kelompok mineral serpentin lainnya. Mineral ini terbentuk pada suhu 500°C dan pada tekanan 12 kbar (Vignaroli dkk, 2011). **Opaq (Opq)** Warna hitam gelap baik pada PPL atau XPL, pecahan tidak ada, belahan tidak ada, kembaran tidak ada, ukuran mineral 0.3 mm – 0.5 mm.



Gambar-5. Kenampakan mikroskopis sampel batuan dasar ST1 (A) dan ST2 (B)

Geokimia

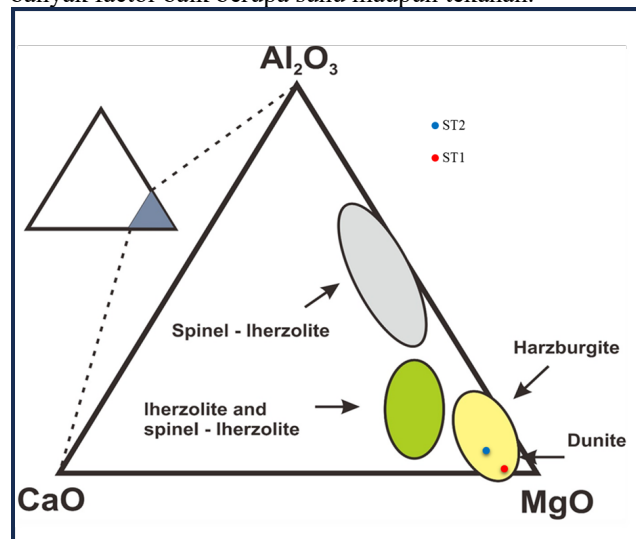
Geokimia Batuan dasar

Batuan Dasar secara petrografi menunjukkan batuan ubahan yang berasal dari proses hidrasi mineral mafik sehingga membentuk mineral serpentin. Secara geokimi batuan dasar memiliki komposisi kimia yang menunjukkan batuan berasal dari mantel atas dengan kandungan SiO₂ 38.4 – 43.7 %, Fe₂O₃ 8.91- 16.54%, MgO 30.3 -32.5 %, Cr₂O₃ 0.33 – 0.71 %, Al₂O₃ 0.57 – 2.16 %, MnO 0.11 – 0.17 %, NiO 0.21 – 0.30 %, dan CaO 2.15 – 2.70 %.

Dari hasil geokimia di atas, batuan dasar dasar pada daerah penelitian berasal dari hasil ubahan batuan dunit hazburgit (gambar-6). Hal ini di tervalidasi pula

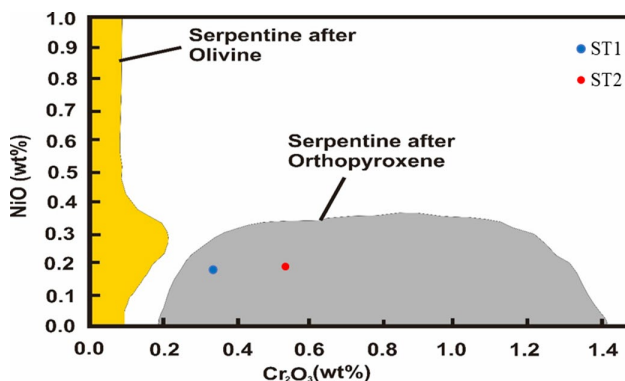
secara petrografi yang dimana berkembangnya tekstur pseudomorph pada batuan berupa tekstur mesh, hourglass.

Tekstur ini merupakan tekstur penggantian mineral baik berupa olivine maupun piroksen akibat proses hidrasi selama serpentinisasi yang dikontrol oleh banyak factor baik berupa suhu maupun tekanan.



Gambar-6. Hubungan serpentin dengan protolihit dalam diagram MgO - Al₂O₃ – CaO (Li dkk, 2004)

Sementara pada gambar-7, hasil plotting antara NiO vs Cr₂O₃, sampel ST1 dan ST2 menunjukkan mineral serpentin berasal dari ubahan dari mineral ortopiroksen, yang merupakan mineral yang menyusun batuan hazburgit, sehingga hal ini memberikan korelasi antara gambar 6 dan gambar 7 secara geokimia pada dua sampel batuan dasar tersebut.



Gambar-7. Nio vs Cr₂O₃ (Karim dkk, 2021)

Geokimia Profil Laterit

Berdasarkan hasil analisis geokimia dengan menggunakan *X-Ray Fluorescence (XRF)*, pada tabel-1 terlihat pada sampel ST1 dan ST2 memiliki kadar SiO₂ sampe kandungan unsur Cr dan Mn yang cukup signifikan pada profil laterit daerah penelitian. Kedua Sampel tersebut pada zona limonit memiliki kadar Cr yaitu 0.95 – 7.53 %. Mn pada 0.23 – 1.21 %. Pada zona saprolit kadar Cr berkisar antara 0.59 – 2.27 % dan untuk kadar Mn yaitu 0.12 -0.54%. Sementara pada bedrock kadar Cr memiliki nilai 0.28 – 1.52 % sedangkan unsur Mn berada pada nilai 0.11 – 0.17 %.

Tabel-1. Kadar major element pada sampel hasil pemboran
(LIM = limonit, SAP = saprolite, BR= bedrock)

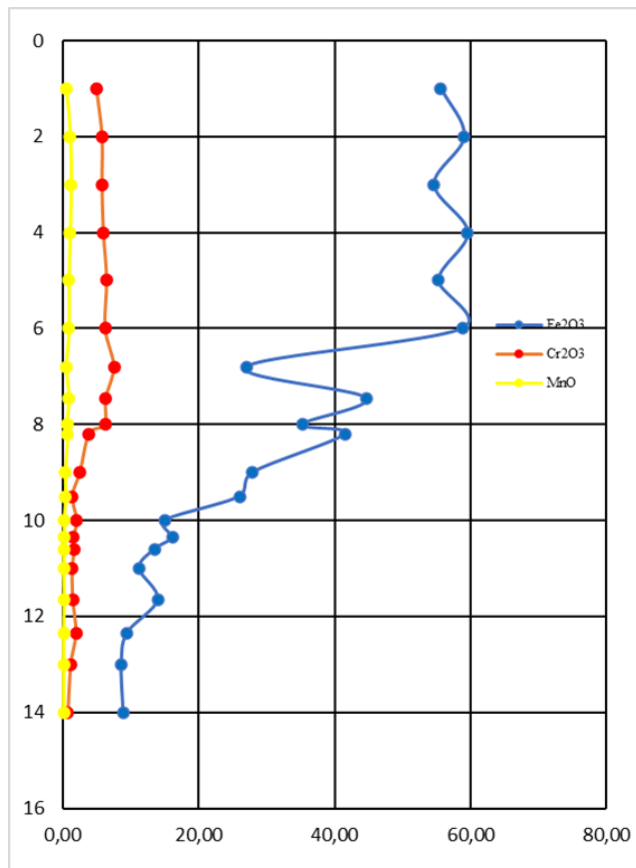
Id Hole	Depth		Layer	Major Element							
	From	To		Fe ₂ O ₃	NiO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MgO	Cr ₂ O ₃	MnO	CaO
ST 1	0	1	LIM	64,23	0,53	12,11094	5,158545	0,323417	3,172984	0,562464	0,007
ST 1	1	2	LIM	63,40	0,60	14,18804	3,124592	0,239204	2,83226	1,212076	0,007
ST 1	2	3	LIM	61,97	0,74	13,77003	3,452111	0,360406	4,094882	1,022722	0,016843
ST 1	3	3,65	LIM	66,40	0,78	11,08784	3,419474	0,508456	4,379748	0,914751	0,007
ST 1	3,65	4	LIM	46,73	0,59	19,48912	14,03402	0,980048	2,60209	0,643814	0,023608
ST 1	4	4,6	LIM	23,93	0,46	30,51355	25,83373	0,784727	0,954126	0,333039	0,014835
ST 1	4,6	5,52	LIM	57,31	0,75	13,95027	8,894894	1,655586	3,667824	0,770732	0,014134
ST 1	5,52	5,68	LIM	38,33	0,40	17,64478	20,66128	10,49568	1,478894	0,231986	0,007
ST 1	5,68	6,68	LIM	49,89	0,74	14,48268	13,77909	4,105197	3,918831	0,768738	0,052476
ST 1	6,68	7,4	LIM	49,72	0,98	12,32444	15,43	4,047969	4,436322	0,838197	0,10881
ST 1	7,4	8	LIM	45,31	1,35	8,059423	23,41768	4,954442	3,719374	0,756094	1,449346
ST 1	8	8,79	LIM	48,23	1,41	5,646018	22,09386	5,682821	4,578131	0,796884	1,36058
ST 1	8,79	9,43	SAP	39,73	1,18	3,768772	27,28621	12,92875	2,279464	0,549593	0,326842
ST 1	9,43	10,3	SAP	10,15	0,34	2,643842	47,11426	23,25938	0,598186	0,1401	9,278198
ST 1	10,3	13	BR	16,54	0,21	0,578445	38,41379	32,57171	0,334016	0,175297	2,155413
ST 2	0	1	LIM	55,64	0,44	15,81011	7,871527	0,837458	4,939934	0,529719	0,023915
ST 2	1	2	LIM	59,06	0,56	15,65164	6,215741	0,392361	5,778705	1,072439	0,007
ST 2	2	3	LIM	54,64	0,66	17,87486	7,947638	0,486423	5,777348	1,176995	0,013822
ST 2	3	4	LIM	59,57	1,00	13,66521	7,039538	0,690792	5,977789	1,058805	0,024688
ST 2	4	5	LIM	55,26	1,11	15,2313	10,24817	0,911668	6,463156	0,88578	0,027826
ST 2	5	6	LIM	58,78	1,25	11,51245	9,5735	1,665225	6,231413	0,889518	0,036007
ST 2	6	6,8	LIM	27,00	0,95	18,72292	30,94439	8,118592	7,532353	0,553811	0,188498
ST 2	6,8	7,45	LIM	44,60	1,44	10,14745	22,35461	5,642978	6,333891	0,849373	0,392081
ST 2	7,45	8	LIM	35,26	1,44	9,830049	31,44585	7,920983	6,187796	0,596999	0,915487
ST 2	8	8,2	LIM	41,48	1,33	11,20437	24,26987	6,111825	3,85373	0,712544	0,599542
ST 2	8,2	9	SAP	27,91	1,27	8,684223	38,98784	10,54223	2,493241	0,393864	1,823235
ST 2	9	9,5	SAP	25,98	1,10	7,452716	38,2997	13,31968	1,356932	0,413408	3,500289
ST 2	9,5	10	SAP	14,98	0,85	5,354893	42,384	21,53732	2,032713	0,218111	5,020307
ST 2	10	10,35	SAP	16,08	0,82	4,997157	43,14305	20,06182	1,528374	0,223239	5,236939
ST 2	10,35	10,6	SAP	13,50	0,74	4,122599	43,63696	22,92906	1,648882	0,180193	5,175513
ST 2	10,6	11	SAP	11,27	0,52	3,798124	40,75954	29,67355	1,349769	0,124593	2,806949
ST 2	11	11,65	SAP	13,99	0,66	3,842105	43,73864	22,77082	1,427129	0,193138	5,746867
ST 2	11,65	12,35	SAP	9,46	0,50	2,307759	42,84327	30,45902	1,90449	0,129699	3,642448
ST 2	12,35	13	SAP	8,66	0,35	2,821891	44,04929	30,56476	1,131713	0,1243	4,600481
ST 2	13	17	BR	8,91	0,30	2,169485	43,78711	30,36526	0,719166	0,117698	2,708353

Secara sederhana, terakumulasinya unsur baik ekonomis maupun non ekonomis pada soil ataupun profil laterit harus didasari oleh adanya pelapukan batuan yang memiliki kandungan unsur tersebut. Sehingga memungkinkan terjadinya pelepasan unsur dari batuan akibat pelapukan batuan. Distribusi unsur pada profil laterit juga dikontrol oleh sifat mobilitas dan stabilitas unsur tersebut.

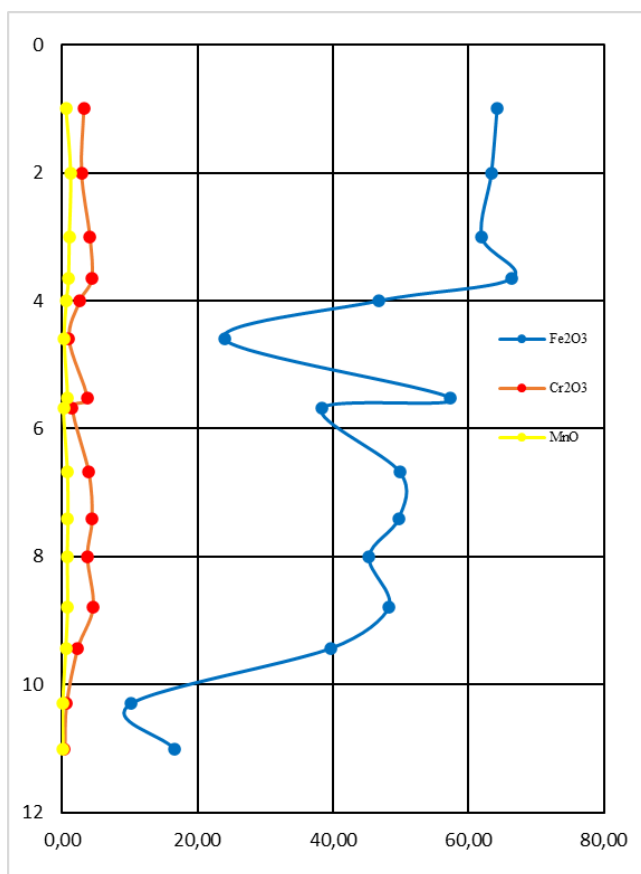
Pada grafik *downhole* pada gambar-8 dan 9 terlihat unsur Cr₂O₃ dan MnO diplotkan terhadap unsur Fe₂O₃. Pada gambar tersebut kadar besi mengalami pengkayaan yang sangat signifikan pada zona limonit dengan kadar 64.23 % pada ST 1 dan 55.64 % pada sampel ST2 . Hal ini juga diikuti oleh unsur chromium dan mangan yang mengalami pengkayaan yang signifikan di zona bersamaan dengan unsur besi. Kadar chromium tertinggi pada zona limonit pada sampel ST 1 yaitu 4.57 %

dan pada sampel ST 2 yaitu 7.53%. Sementara unsur mangan pada ST 1 yaitu 1.21 % dan pada ST 2 yaitu 1.17 %. Pada zona saprolite kadar besi, chromium dan mangan mengalami penurunan yang sangat signifikan dengan kadar masing-masing yaitu kadar tertinggi Cr pada ST1 39.72 %, 2.27 % dan 0.54 %. Pada ST2 zona kadar besi, chromium dan mangan yaitu 27.91%, 2.49 % dan 0.41 %. Pengkayaan yang chromium dan mangan serta besi pada zona limonit disebabkan oleh sifat dari ketiga unsur tersebut. Ketiga unsur tersebut memiliki sifat yang immobile sehingga pada saat terjadi pelapukan unsur dari mineral sebelumnya akibat proses pelapukan oleh air hujan, ketiga unsur tersebut tidak ikut terbawa sampai ke zona saprolit dan langsung akan terendapkan pada zona limonit.

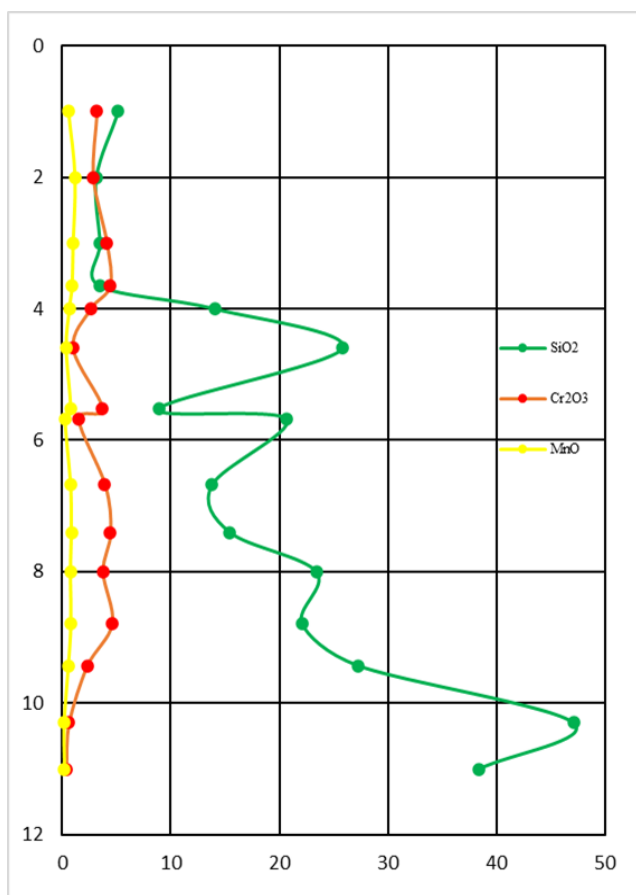
Pada grafik *downhole* pada gambar-10 dan 11 terlihat unsur Cr₂O₃ dan MnO diplotkan terhadap unsur SiO₂ yang memiliki sifat mobile atau mudah bergerak. Pada gambar tersebut unsur silika memiliki kadar yang sangat kecil pada zona limonit dengan kadar tertinggi yaitu pada ST 1 23.41 % dan 31.44 % pada sampel ST2. Berbanding terbalik dengan zona limonit, pada zona saprolit kadar silika justru mengalami pengkayaan pada zona ini dengan kadar tertinggi yaitu 47,11 % pada ST 1 dan 44,04 % pada ST 2 . Hal ini menunjukkan bahwa pengkayaan unsur logam berat berupa Mn dan Cr pada profil laterit di daerah penelitian secara langsung dipengaruhi oleh sifat dan mobilitas dari unsur tersebut, dimana unsur mangan dan chromium terkayakan pada zona limonit bersamaan dengan unsur besi yang memiliki sifat immobile atau tidak mudah bergerak.



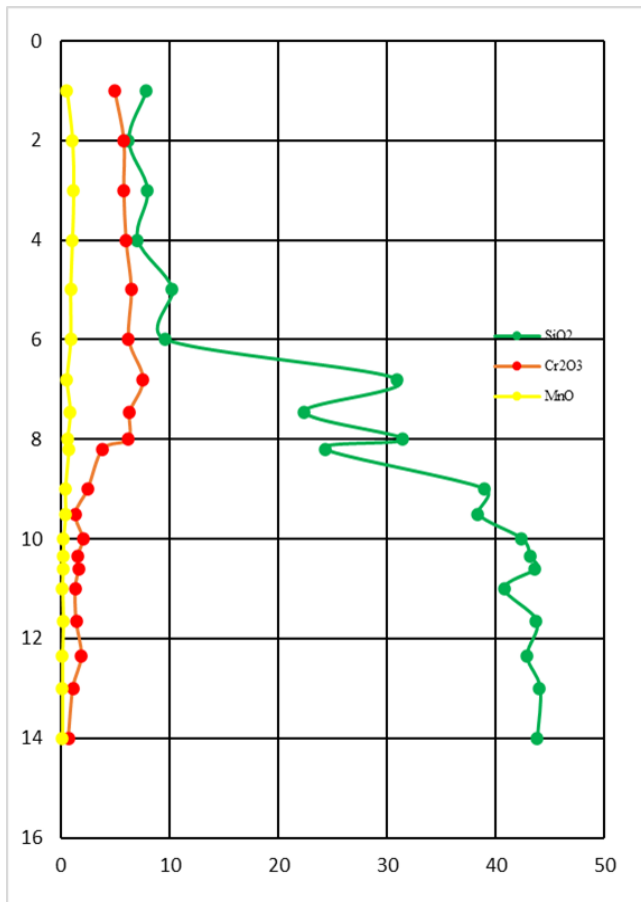
Gambar-9. Distribusi Fe₂O₃, Cr₂O₃ dan MnO Pada ST2



Gambar-8. Distribusi Fe₂O₃, Cr₂O₃ dan MnO Pada ST1



Gambar-10. Distribusi SiO₂, Cr₂O₃ dan MnO Pada ST1



Gambar-11. Distribusi SiO₂, Cr₂O₃ dan MnO Pada ST2

KESIMPULAN DAN SARAN

Pengkayaan chromium dan mangan pada profil laterit daerah penelitian yaitu berada pada zona limonit yang bersamaan dengan kenaikan besi pada zona tersebut. Hal yang menjadi penyebab adalah sifat mobilitas dari unsur tersebut

Dibutuhkan analisis lebih lanjut untuk mengetahui mineral pembawa atau yang berperan mengikat unsur chromium dan mangan pada profil laterit di daerah penelitian

UCAPAN TERIKASIH

Ucapan terima kasih penulis ucapkan sebanyak-banyaknya kepada seluruh staff Geology Development PT Sebuku Iron Lateritic Ores dan juga seluruh Civitas Akademik Universitas Negeri Gorontalo khususnya yang berada di lingkup Program Studi Teknik Geologi., Jurusan Ilmu dan Teknologi Kebumihan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Eko Prasetyo. 2010. Struktur Dan Kinerja Industri Besi Dan Baja Indonesia Tidak Sekuat Dan Sekokoh Namanya. JEJAK, Volume 3, Nomor 1
- [2] Ishlah, Teuku. 2009. Potensi Biji Besi Indonesia Dalam Kerangka Pengembangan Klaster Industri Baja. Perekayasa Madya Pusat Sumber Daya Geologi.
- [3] Rahardjo Binudi and Bintang Adjiantoro. 2014. Pengaruh Unsur Ni, Cr Dan Mn Terhadap Sifat Mekanik Baja Kekuatan Tinggi Berbasis Laterit. Majalah Metalurgi, V 29.1.2014, ISSN 0216-3188/ hal 33-40
- [4] H. Th. Verstappen. 2010. Indonesian Landforms and Plate Tectonics. Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 5 No. 3 September 2010: 197-207
- [5] Nuay E.S., Astarita A.M. & Edwards K. 1985. Early Middle Miocene Deltaic Progradation in The Southern Kutai Basin. Proceeding of The Indonesian Petroleum Association 14th Annual Convention, h. 63-81.
- [6] Satyana, A.H. and Armandita, C. 2008. On the Origin of the Meratus Uplift, Southeast Kalimantan – Tectonic and Gravity Constraints : A Model for Exhumation of Collisional Orogen in Indonesia, Proceedings Indonesian Association of Geophysicists, 33rd Annual Convention and Exhibition, Bandung.
- [7] Nurhakim., M. Untung Dwiarmoko., Romla NH., Adip M. 2011. Identifikasi Potensi Endapan Bijih Besi Laterit Di Bagian Tengah Pulau Sebuku, Provinsi Kalimantan Selatan. INFO TEKNIK, Volume 12 No. 2.
- [9] Rosalendro Eddy Nugroh and Agung Jaka Raharja. 2022. Financial Analysis and Fast Tracking of Sponge Ferro Alloy Smelter Construction Project at PT Sebuku Iron Lateritic Ores in Sebuku Island, South Kalimantan.
- [10] Suriyanto Bakri and Edy Sanwani. 2019. Studi Transformasi Goetit Menjadi Hematit Secara Mekanokimia Untuk Benefisi Biji Besi Laterit. Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara Volume 15, Nomor 3 : 179 – 188.
- [11] Gao, J.M., Yan, Z.K., Liu, J., Zhang M. dan Guo, M., 2014. A novel hydrometallurgical approach to recover valuable metals from laterite ore. Hydrometallurgy, 150, pp.161–166.
- [12] Bambang Nugroho Widi. 2017. Potensi Endapan Laterit Kromit Di Daerah Dosay, Kabupaten Jayapura, Papua. Buletin Sumber Daya Geologi Volume 12 Nomor 2
- [13] Rustandi, E., Nila, E. S., Sanyoto, P., dan Margono, V., 1995. Peta Geologi Lembar Kotabaru, Kalimantan Skala 1 : 250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi: Bandung.
- [14] Vignaroli, Gianluca. Girolamo, B. Federico, R. Bili, A. 2011. Linking rock fabric to fibrous mineralisation: a basic tool for the asbestos hazard. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 1267–1280
- [15] Azer, M.K., and Stern, R.J., 2007. Neoproterozoic (835–720 Ma) serpentinites in the Eastern Desert,

Egypt: Fragments of forearc mantle. *Journal of Geology*, 115(4): 457–472

- [16] Abdel-Aal M. ABDEL-KARIM., Mokhles K. AZER. and Shaimaa A. EL-SHAFEI. 2021. Petrology and Geochemistry of Some Ophiolitic Metaperidotites from the Eastern Desert of Egypt: Insights into Geodynamic Evolution and Metasomatic Processes. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, 95(4): 1139–1157.