

## KARAKTERISTIK MINERALOGI ENDAPAN NIKEL LATERIT DI DAERAH TAMBANG TENGAH (BUKIT TLA2) PT. ANTAM Tbk. UBP NIKEL POMALAA SULTRA

Musnaja<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan Universitas 19 November Kolaka Sulawesi Tenggara

Masuk: 17 Nopember 2010, revisi masuk : 4 Januari 2010, diterima: 21 Januari 2011

### ABSTRACT

*This research is aimed to understand the mineralogy of nickel laterite deposit and geochemistry of ultramafic rock, the samples were taken from 14 drilling holes. The data is analyzed to conduct weathering geochemical profile to identify lateritization, laterite profile development, characteristics and elements enrichment process in weathering zones. Lithology of the study area is composed by dunite and lherzolite, That dominated by olivine, pyroxene and serpentine, also opaque minerals such as chromite and magnetite with small percentage. Based on X-Ray Diffraction analysis known that the clay minerals are chlorite, clinocllore, kaolinite, and dyckite. Based on geochemical analyzes, the mineralogy characteristics of study area showing the different behavior for each element, due to the weathering rate and the dept of cores. The different behavior each element during weathering process determined by different element chemical mobility, forming minerals resistance, weathering intensity and jointing process.*

**Keywords:** Mineralogy of nickel laterite deposit

### INTISARI

Tujuan penelitian adalah untuk meneliti karakteristik mineralogi endapan nikel laterit pada batuan ultramafik, terhadap 14 sampel yang diambil di titik bor, data tersebut dianalisis dan dideskripsi untuk mengetahui proses lateritisasi, karakteristik mineralogi dan proses pengkayaan unsur dalam zona - zona pelapukan. Batuan penyusun di daerah penelitian adalah dunit dan lherzolit, yang tersusun atas mineral olivin, piroksen dan serpentin, serta mineral-mineral opak seperti kromit dan magnetit dengan prosentase yang relatif kecil. Hasil analisis X-Ray Diffraction terhadap mineral lempungnya, diketahui tersusun atas *chlorite*, *clinocllore*, *kaolinite* dan *dickite*. Karakteristik mineralogi daerah penelitian berdasarkan hasil analisis geokimia maupun deskripsi sampel core menunjukkan perilaku masing-masing unsur yang berbeda, seiring dengan tingkat pelapukan dan kedalaman titik bor. Perilaku yang berbeda antara unsur-unsur selama proses pelapukan ditentukan oleh perbedaan mobilitas kimia unsur, resistensi mineral penyusunnya, proses pengkekaran serta intensitas pelapukan.

**Kata Kunci :** mineralogi, endapan, nikel dan laterit

### PENDAHULUAN

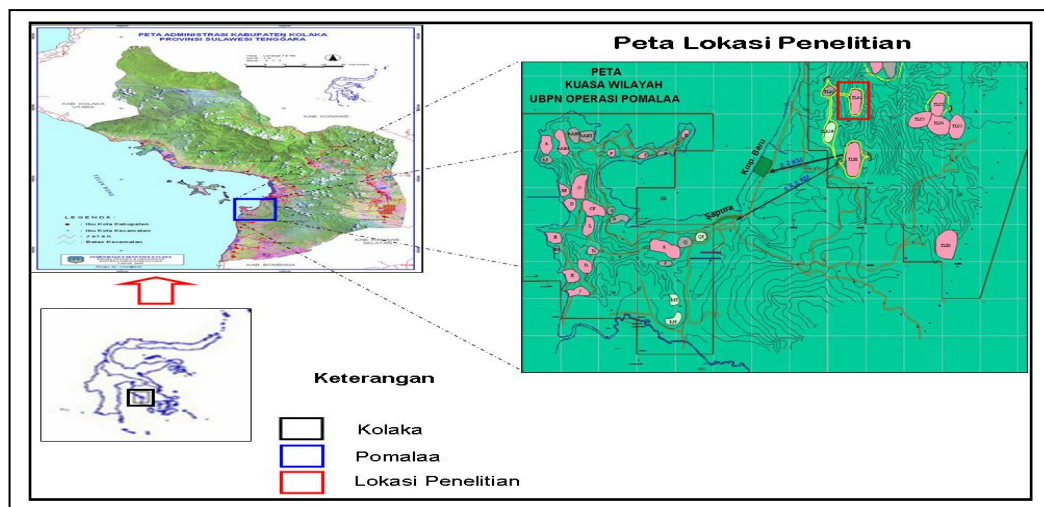
Nikel laterit adalah produk residual pelapukan kimia pada batuan ultramafik. Proses ini berlangsung selama jutaan tahun dimulai ketika batuan ultramafik tersingkap di permukaan bumi. Pelapukan pada peridotit menyebabkan unsur-unsur dengan mobilitas rendah sampai *immobile* seperti Ni, Fe dan Co mengalami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

dilakukan, diperkirakan jumlah cadangan bijih laterit mencapai 82 %, sedangkan sisanya berupa bijih jenis nikel sulfida. Walaupun demikian, sebagian besar produksi nikel dunia masih berasal dari bijih sulfida. Di masa mendatang jumlah cadangan bijih sulfida akan semakin sulit diperoleh, sehingga cadangan bijih laterit akan menjadi sumber utama produksi bijih nikel. Besarnya cadangan nikel dalam bijih laterit di Indonesia

<sup>1</sup> [musnaja@yahoo.co.id](mailto:musnaja@yahoo.co.id)

diduga mencapai 15 % dari cadangan dunia. Sehubungan dengan karakteristik mineralogi endapan nikel laterit pada penelitian ini, maka di rumuskan permasalahan yang ada di daerah penelitian sebagai berikut: Bagaimana karakteristik mineralogi pada daerah penelitian; Bagaimana pola penyebaran zonasi pada daerah penelitian. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui karakteristik mineralogi endapan nikel laterit pada daerah pertambangan nikel Pomalaa, yaitu di daerah Tambang Tengah Bukit TLA2.

Lokasi penelitian ini dilakukan pada kuasa pertambangan PT. Antam Tbk UBPN Sulawesi Tenggara ini, yaitu daerah Tambang Tengah (Bukit TLA2 Lembar 3). PT. Aneka Tambang Nikel Operasi Sulawesi Tenggara, secara administratif termasuk pada wilayah Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Propinsi Sulawesi Tenggara. Secara astronomis daerah Kolaka berada pada  $4^{\circ}0' - 4^{\circ}30'$  Lintang Selatan dan  $121^{\circ}30' - 122^{\circ}00'$  Bujur Timur sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

Pada daerah penelitian ini yang terletak di daerah Tambang Tengah memiliki kondisi relief berupa perbukitan, ketinggian tertinggi 302,4 meter dpl dan yang terendah 250,47 meter dpl, pola penyaluran tidak berkembang dengan baik karena hanya merupakan lembah-lembah yang kering, tingkat pelapukan cukup tinggi dengan kondisi vegetasi yang cukup tebal dan tidak adanya singkapan-singkapan yang segar, sehingga pembentukan endapan nikel pada daerah tersebut berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh kondisi morfologinya, dimana pada daerah dengan tingkat kelerengan landai sampai sedang merupakan tempat pengkayaan nikel, sedangkan pada daerah dengan tingkat kelerengan curam, erosi mekanik akan membawa unsur-unsur nikel sebelum unsur-unsur tersebut membentuk laterit

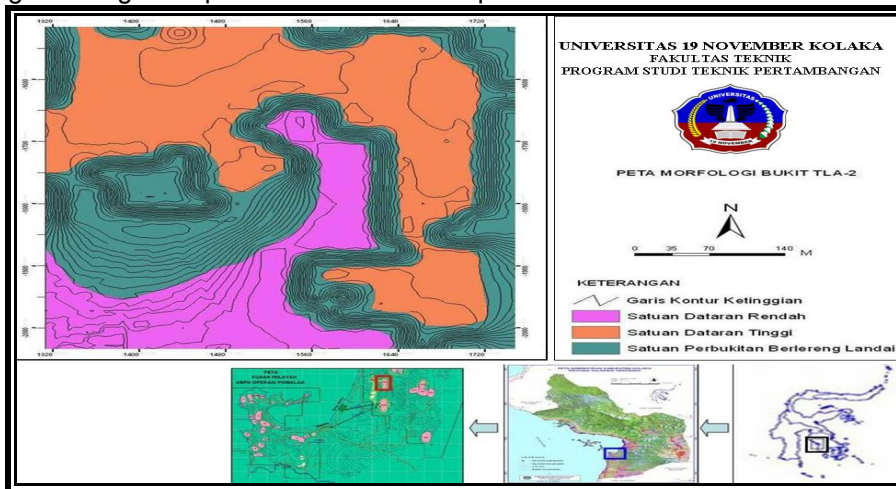
## PEMBAHASAN

Morfologi/ Topografi Daerah Penelitian, pada daerah penelitian yang terletak di daerah Tambang Tengah ini memiliki kondisi relief berupa perbukitan, ketinggian tertinggi 302,4 meter dpl dan yang terendah 250,47 meter dpl, pola penyaluran tidak berkembang dengan baik karena hanya merupakan lembah-lembah yang kering, tingkat pelapukan cukup tinggi dengan kondisi vegetasi yang cukup tebal dan tidak adanya singkapan-singkapan yang segar, sehingga pembentukan dari endapan nikel pada daerah tersebut berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh kondisi morfologinya, dimana pada daerah dengan tingkat kelerengan landai sampai sedang merupakan tempat dari pada pengkayaan nikel, sedangkan pada daerah dengan tingkat kelerengan curam, erosi mekanik akan

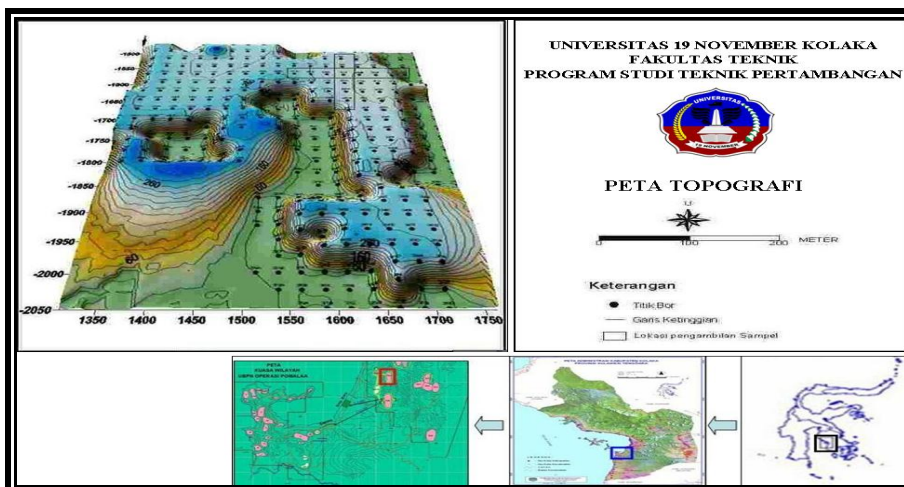
membawa unsur-unsur nikel sebelum unsur-unsur tersebut membentuk laterit.

Morfologi daerah penelitian bukit TLA2 lembar 3 pada daerah Tambang Tengah, Unit Bisnis Pertambangan Nikel Pomalaa meliputi satuan perbukitan berlereng sedang sampai curam dan

satuan perbukitan berlereng landai (Gambar 2 dan 3), satuan perbukitan berlereng landai menempati bagian barat daerah penelitian, sedangkan satuan perbukitan berlereng sedang sampai curam menempati bagian selatan daerah penelitian.



Gambar 2. Peta morfologi bukit TLA 2



Gambar 3. Peta topografi daerah penelitian

Litologi, pengelompokan ini atau pembagian satuan litologi didasarkan oleh perbedaan kenampakan fisik baik secara megaskopis maupun mikroskopis, dimana litologi pada daerah penelitian merupakan satuan Dunit-Peridotit, satuan peridotit merupakan *basement* dari Mandala Geologi Sulawesi Timur yang berumur Kapur Awal (Simandjuntak dkk, 1991). Satuan dunit-peridotit yang merupakan bagian dari ofiolit Sulawesi Timur, menempati sebagian besar didaerah per-



Gambar 4. Dunit yang menjadi batuan dasar pada daerah penelitian

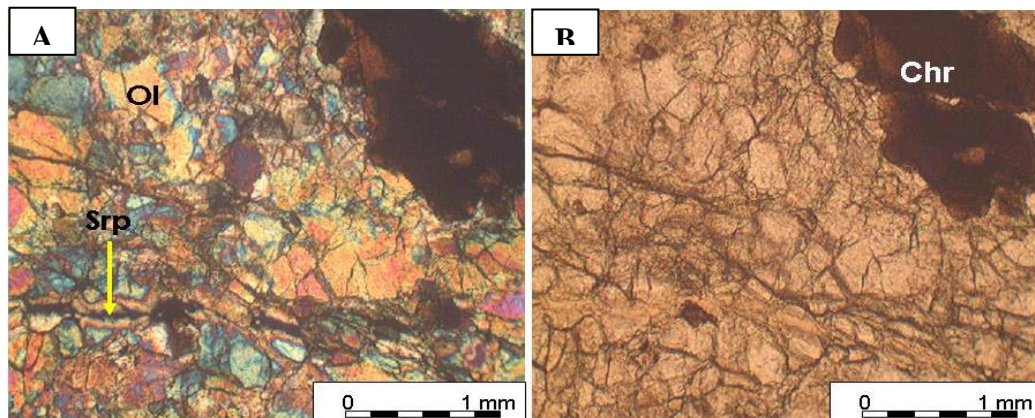
bukitan yang mencakup daerah penelitian. Secara megaskopis dari satuan ini didominasi oleh batuan beku ultramafik berupa peridotit (dunit dan lherzolit), piroksenit dan sebagian kecil serpentinit yang tersebar setempat-setempat (Gambar 4).

Secara petrografis pada batuan penyusun satuan adalah dunit dan lherzolit. Batuan tersebut hampir seluruhnya mengalami serpentinisasi namun dengan intensitas yang berbeda-beda dari tinggi sampai rendah. Hal ini dibuktikan dengan adanya rekahan pada bidang kristal olivin maupun piroksen yang terisi oleh mineral serpentin.

Tingkat serpentinisasi rendah ditunjukkan oleh hadirnya rekahan pada

kristal olivin maupun piroksen yang terisi oleh serpentin, namun dengan persentase yang rendah, sedangkan tingkat dari serpentinisasi tinggi ditunjukkan oleh kehadiran rekahan yang intensif pada kristal penyusun dengan persentase yang sangat tinggi sehingga batuan memiliki kenampakan yang mirip dengan serpentinit.

Selain itu diketahui pada sayatan petrografi juga dijumpai kehadiran mineral-mineral opak seperti kromit dan magnetit namun dengan persentase yang relatif kecil dan hadir sebagai inklusi maupun pengisi rekahan pada kristal piroksen ataupun olivin (lihat Gambar 5).



Gambar 5. Sayatan petrografi contoh batuan TB 283 E yang menunjukkan adanya serpentinisasi tingkat rendah pada batuan ultramafik (*lherzolite*) dan kenampakan kromit yang hadir sebagai inklusi (A). Kenampakan dengan nikol sejajar. (B). Kenampakan dengan nikol bersilang.

Peridotit dan batuan ultramafik lainnya mengalami proses serpentinisasi dengan intensitas yang berbeda-beda dari rendah sampai tinggi. Tingkat pelapukan pada satuan ini cukup bagus akan tetapi karena morfologi yang terjal kurang mendukung untuk menghasilkan endapan laterit yang tebal. Hal ini disebabkan lapukan yang terbentuk akan langsung terkikis oleh air permukaan. Sebagai batuan *basement*, satuan ini berulang kali terkena proses tektonik sehingga menyebabkan intensitas rekahan yang tinggi pada batuan tersebut. Rekahan-rekahan tersebut biasanya diisi oleh mineral-mineral sekunder hasil pelarutan seperti krisopras, garnierit, silika, serpentin dan oksida besi. Berdasarkan ciri fisik

maupun petrografisnya satuan ini termasuk dalam Formasi Kompleks Ultramafik.

Struktur Geologi, struktur kekar berkembang secara intensif pada satuan peridotit dengan intensitas yang berbeda-beda. Struktur kekar mempunyai implikasi yang sangat penting dalam pembentukan endapan laterit dan menjadi faktor yang menentukan intensitas proses pelapukan yang menghasilkan endapan nikel laterit. Pada batuan ultramafik kekar-kekar tersebut terisi oleh mineral-mineral sekunder hasil pelarutan mineral primer dalam batuan ultramafik dihapus seperti garnierit, serpentin dan oksida besi.

Struktur lokal daerah penelitian sangat dipengaruhi oleh distribusi unsur-unsur pada profil kimia daerah tersebut,

dimana pembentukan rekahan-rekahan pada batuan dasar berupa batuan ultramafik yang intensitasnya berbeda-beda, sehingga dapat berpengaruh pada tingkat pelapukan dan pengkayaan unsur Ni, serta unsur-unsur lain yang ada pada profil laterit. Daerah yang mempunyai intensitas pengekarannya yang intensif kemungkinan akan mempunyai zona penambahan bijih yang lebih tebal dibandingkan dengan yang pengekarannya kurang begitu intensif. Perbedaan intensitas inilah yang menyebabkan ketidaknormalan dari distribusi pengkayaan unsur-unsur dalam profil laterit.

Karakteristik Mineralogi Daerah Penelitian, endapan nikel laterit di daerah penelitian dapat dijabarkan menjadi beberapa zona seperti halnya endapan nikel laterit di lokasi-lokasi lainnya. Dari hasil analisis XRF terhadap unsur-unsur logam dan oksida utama, dapat dilakukan pembagian zonasi endapan laterit menjadi zona limonit, saprolit dan *bedrock*. Selain dari hasil analisis kimia, petrografi dan X-RD, pembagian zonasi laterit didasarkan atas deskripsi inti bor secara langsung di lapangan, yaitu:

Zona Limonit, secara kimiawi zona limonit umumnya ditentukan atas kelimpahan unsur-unsur yang tidak mudah larut (residual) seperti Fe, Al, Cr, Ti, Mn dan Co (Waheed, 2001), akan tetapi dalam hal ini unsur yang paling sering dipakai adalah Fe, karena biasanya berasosiasi dengan mineral utama yang dijumpai pada zona limonit seperti goetit, mangan oksida (asbolit), oksida besi limonit dan hematit. Pada zona limonit unsur Mg dijumpai dalam jumlah kecil karena Mg biasanya berasosiasi dengan mineral olivin, piroksen dan serpentin yang tidak dijumpai di zona ini. Unsur Ni biasanya dijumpai dalam jumlah yang tidak terlalu tinggi. Hal ini disebabkan Ni memiliki tingkat kelarutan yang terbatas (*limited solubility*), yang menyebabkan unsur Ni akan terbawa oleh air tanah ke zona yang lebih dalam dan sebagian kecil tertahan di zona limonit. Unsur Ni pada limonit biasanya dijumpai dalam mineral goetit dan Mn oksida (asbolit).

Dasar klasifikasi zona limonit berdasarkan unsur kimia adalah klasifikasi Golightly (1981) yaitu: Fe ( $> 25\%$ ),

MgO ( $< 5\%$ ), dan Ni ( $< 1,5\%$ ). Pada daerah penelitian kadar Fe pada zona limonit bervariasi dari 15%-55%. Hasil deskripsi lapangan zona limonit dicirikan oleh kenampakan fisik berupa warna coklat kemerah-merahan sampai coklat tua, ukuran butir lempung-lanau, dijumpai mineral seperti magnetit, limonit dan gothit (Gambar 6). Di atas lapisan limonit dijumpai adanya lapisan material *overburden* dengan ketebalan yang bervariasi dari 1-3 meter namun pada umumnya kurang dari 1 meter.



Gambar 6. Inti bor zona limonit

Zona Saprolit, secara kimiawi zona saprolit ditandai dengan kelimpahan unsur Mg dan Ni serta berkurangnya unsur Fe. Hal tersebut disebabkan Mg dan Ni biasanya terakumulasi dalam mineral *hydrous silica* yang berasal dari *leaching* mineral primer penyusun batuan ultramafik. Unsur Ni pada zona saprolit biasanya berasosiasi dengan mineral olivin, serpentin dan mineral *hydrous silica* seperti garnierit dan krisopras. Unsur yang bersifat *immobile* seperti Fe biasanya berkurang pada zona ini karena Fe biasanya terakumulasi sebagai *residual enrichment* pada zona limonit.

Dasar klasifikasi zona saprolit berdasarkan unsur kimia adalah klasifikasi Golightly (1972) yaitu : Fe ( $< 25\%$ ), MgO ( $> 5\%$ ), dan Ni ( $> 1,5\%$ ). Seperti halnya pada zona limonit klasifikasi ini tidak dapat diterapkan sepenuhnya dalam pembagian zonasi menurut unsur kimia, karena banyak dijumpai anomali di lapangan sehingga diperlukan sedikit penyesuaian. Hal ini disebabkan oleh tiap daerah memiliki karakteristik yang khas, namun tidak menyimpang terlalu jauh

dari model umumnya. Dari hasil deskripsi lapangan pada titik bor (*logging*), zona saprolit dicirikan oleh kenampakan fisik berupa warna coklat kekuning-kuningan sampai kuning kecoklat-coklatan, ukuran butir pasir halus - kerakal, mulai dijumpai adanya fraksi material yang lebih kasar yang merupakan hasil pelapukan yang belum sempurna seperti bongkah batuan dasar, biasanya dijumpai mineral seperti serpentin, talk, olivin, garnierit, krisopras dan mineral-mineral *hydrous silica* lainnya (Gambar 7). Pada umumnya saprolit pada daerah penelitian merupakan *rocky saprolite* yaitu zona saprolit yang kaya akan fragmen batuan dasar yang masih tersisa.



Gambar 7. Inti bor zona saprolit.

Zona Bedrock, secara kimiawi zona *bedrock* merupakan zona yang memiliki komposisi kimiawi yang masih sama dengan batuan dasar yang masih segar. Batuan dasar dari endapan nikel laterit pada daerah penelitian didominasi oleh dunit dan lherzolit. Batuan tersebut umumnya mengalami serpentinisasi dengan intensitas lemah sampai tinggi. Unsur yang umum dijumpai dalam konsentrasi yang tinggi adalah Mg, sedangkan unsur Ni dan Fe semakin menurun konsentrasinya. Mineral yang umum dijumpai adalah olivin, piroksen dan serpentin. Secara megaskopis zona *bedrock* dicirikan oleh batuan yang masih segar dengan tingkat pelapukan maupun serpentinisasi yang rendah, kompak, dan masif, serta masih memperlihatkan struktur, tekstur, dan komposisi asli dari batuan tersebut (Gambar 8).

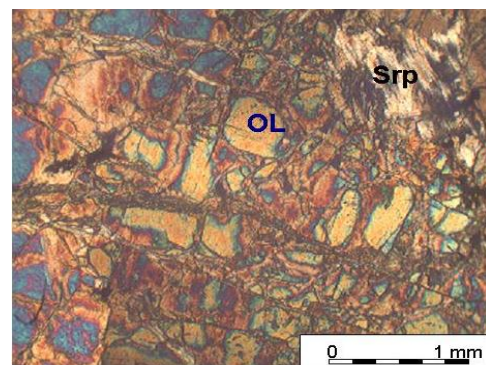


Gambar 8. Inti bor zona *bedrock*

Analisis Petrografi, dari analisis petrografi yang dilakukan terhadap 10 sampel batuan diketahui bahwa mineral-mineral yang menyusun litologi di daerah penelitian didominasi oleh olivin, piroksen, serpentin, kromit dan mineral-mineral aksesoris lainnya seperti magnetit.

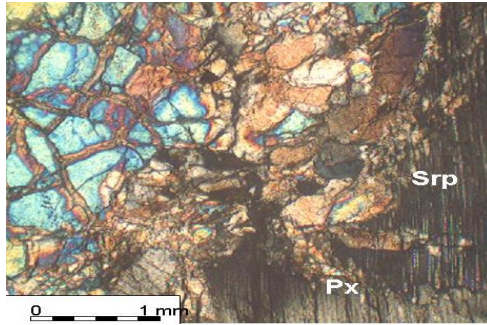
Analisa petrografis no kode TB 270 E dan TB 278 E menunjukkan sebagian besar conto batuan mengalami ubahan (Gambar 9 dan 10). Sayatan tipis menunjukkan warna kuning kecoklatan dengan mineral penyusun mulai terjadi perubahan warna dari cerah menjadi coklat, terdapat banyak rekahan yang memotong mineral.

Dari beberapa sayatan tipis pada mineral olivin no kode TB 270 E, mulai berwarna coklat terutama pada tempat yang berpotongan dengan rekahan dan alterasi menjadi mineral serpentin yang berwarna abu-abu.



Gambar 9. TB. 270 E. Kenampakan olivin (Ol) yang telah berubah menjadi serpentin (Srp)

Untuk mineral piroksen, sebagian telah mengalami proses ubahan menjadi mineral serpentin (Gambar 10), mineral serpentin memiliki penyebaran merata, terdapat pada retakan mineral olivin



Gambar 10. TB. 278 E. Kenampakan piroksen (Px) yang telah berubah menjadi serpentin (Srp)

Analisis X-Ray Diffraction, untuk analisis XRD di lakukan terhadap 6 sampel. Dari analisis XRD dilakukan dengan menggunakan Rigaku Multiflex X-ray diffractometer dengan radiasi CuK $\alpha$  (pada 40 kV dan 20 mA), 1° divergence slit dan 1° (atau 1/2°) receiving slit, dan graphite monochromator. Hasil analisa pada random powder mounts diperoleh dari kisaran 2° - 65° pada interval 0.02°, 2° dalam waktu 1 detik. Hasil analisis pada oriented clay mounts diperoleh dari kisaran 2° - 30° pada interval 0.02°, 2 $\theta$  tiap detik.

Interpretasi Difraktogram, pola-pola difraksi yang dihasilkan kemudian

diproses secara otomatis menggunakan software pengidentifikasi peak yaitu MDI

Jade v6.0. Kondisi yang dibutuhkan dalam identifikasi otomatis : parabolic filter, threshold = 3 = 0.1%, background = 3/1.0, peak-top = summit dan wavelength to compute d-spacing = 1.54056 Å (Cu/K-alpha). Untuk memastikan identifikasi peak yang benar, difraktogram tersebut diperiksa ulang secara manual menggunakan tabel pola-pola XRD oleh Chen (1977) dan JCPDS (1988).

Secara umum mineral lempung yang hadir berdasarkan analisis X-Ray Diffraction (X-RD), diantaranya : (seperti pada Gambar 10A dan B, 11A dan B, 12A dan B)

TB 277 E Limonit : terdiri atas komposisi zeolite (kelompok skapolit), clinochlore dan Talk (kelompok chlorite), dickite (clay mineral).

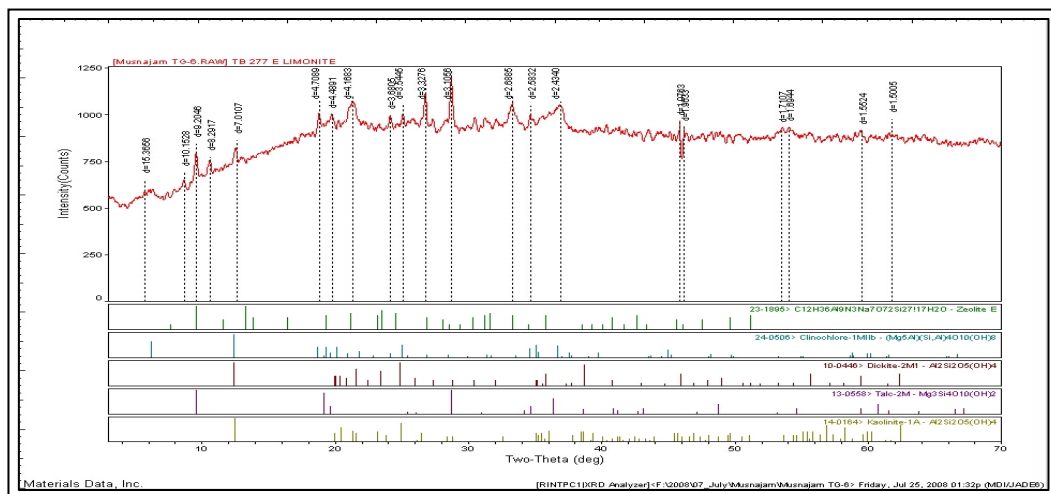
TB 277 E Saprolit : terdiri atas komposisi chlorite – serpentine, zeolit (kelompok skapolit), dickite dan kaolinite (Clay mineral)

TB 270 D Limonit : terdiri atas komposisi chlorite – serpentine

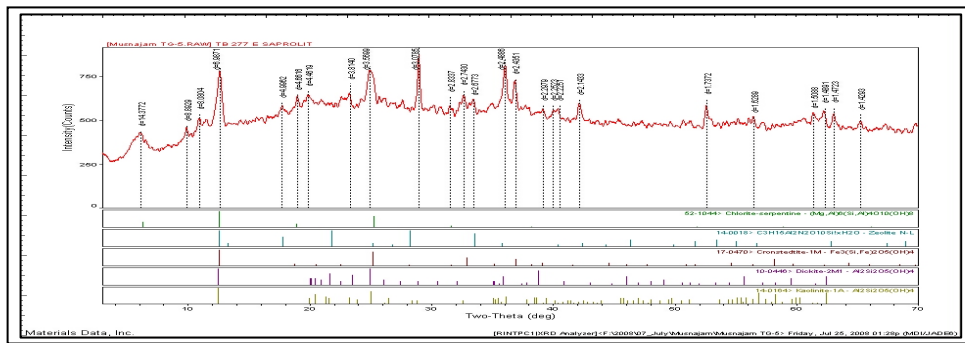
TB 270 D Saprolit : terdiri atas komposisi kaolinite, dickite (clay mineral), clinochlore (kelompok klorit) dan chlorite – serpentin

TB 157 Limonit : terdiri atas komposisi chlorite

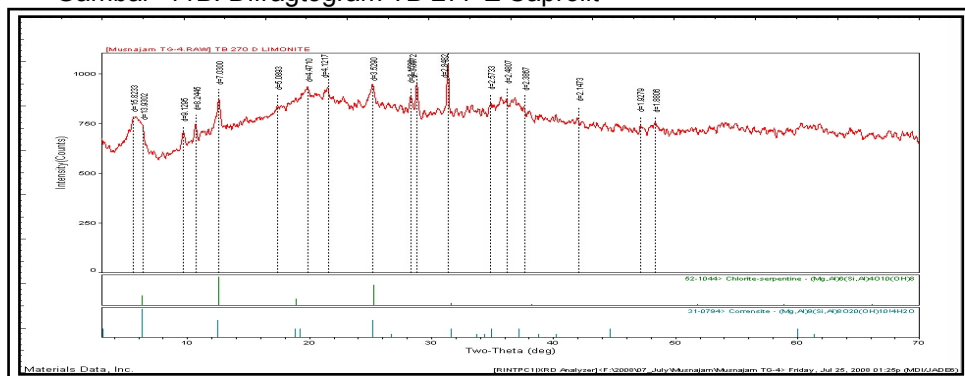
TB 157 Saprolit : terdiri atas komposisi clinochlore (kelompok klorit), dan kaolinite (clay mineral)



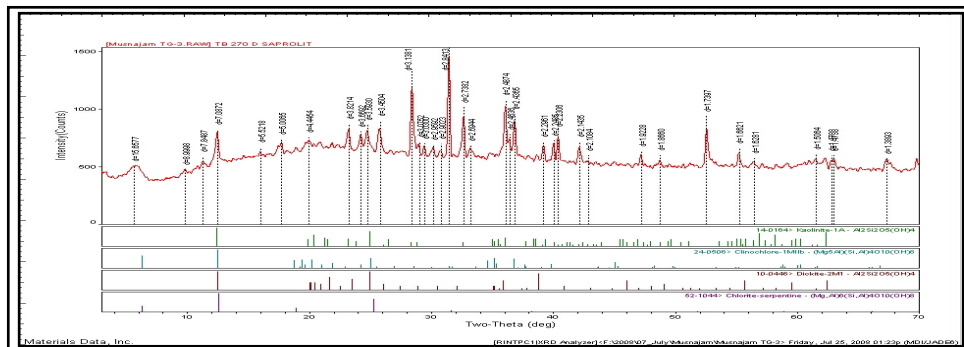
Gambar 11A. Difraktogram TB 277 E Limonit



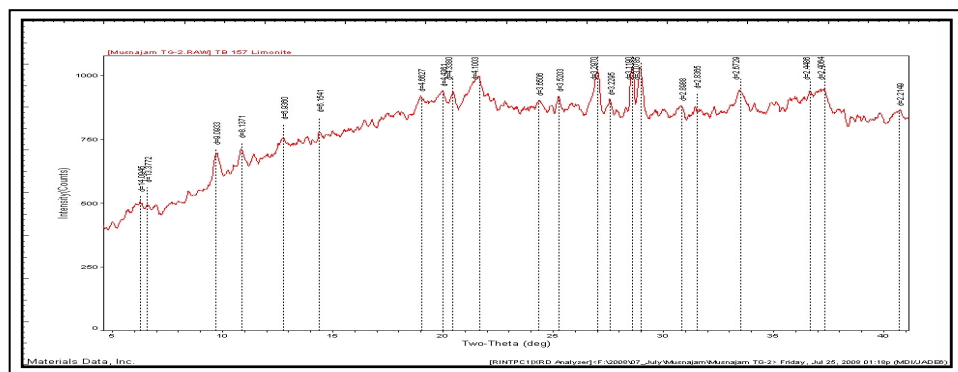
Gambar 11B. Difraktogram TB 277 E Saprolit



Gambar 12A. Difraktogram TB 270 D Limonit

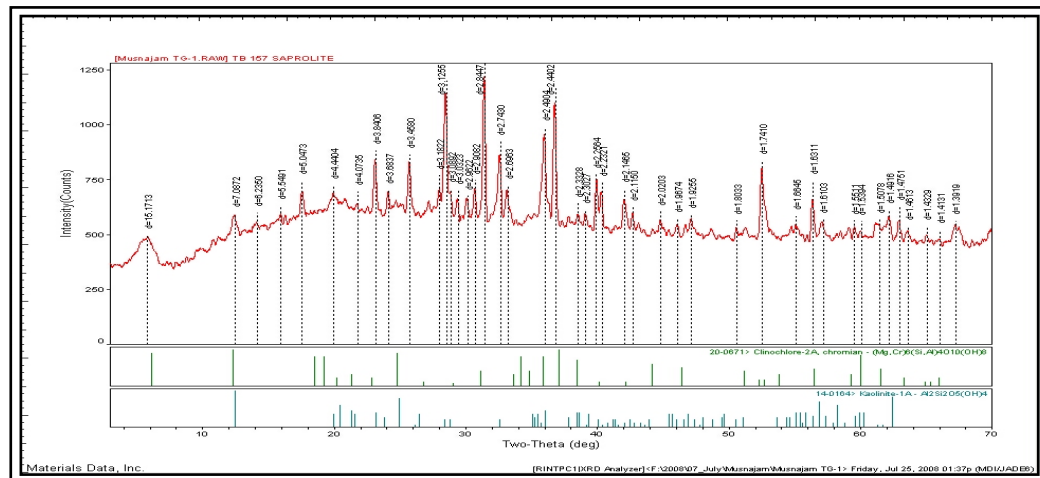


Gambar 12B. Difraktogram TB 270 D Saprolit



Gambar 13A. Difraktogram TB 157 Limonit





Gambar 13B. .Difragtogram TB 157 Saprolit

### KESIMPULAN

Topografi/morfologi yang curam pada daerah penelitian mempengaruhi tingkat penyebaran endapan nikel laterit, sehingga proses pelapukan dan pembentukan endapan nikel laterit yang terjadi relatif tidak merata

Batuan penyusun di daerah penelitian adalah dunit dan lerzolit, yang tersusun atas mineral olivin, piroksen dan serpentin, serta mineral-mineral opak seperti kromit dan magnetit dengan prosentase yang relatif kecil. Hasil analisis X-Ray Diffraction terhadap mineral lempungnya, diketahui tersusun atas *chlorite*, *clinocllore*, *kaolinite* dan *dickite*

### DAFTAR PUSTAKA

Burger, P.A., 1996. Origins and Characteristic of Lateric Nickel Deposits, *Nickel '96 Seminar Proceedings*, Kalgoorlie. p 179-183.

Golightly, J.P., 1979, *Geology Of Soroako Nickeliferous Laterite Deposit*, Int. Laterite Simp, New Orleans.

Simandjuntak, T.O, Surono, dan Suki-do., 1984, *Laporan Geologi Lembar Kolaka* Proyek Pemetaan Geologi dan Interpretasi Foto Udara Dalam Skala 1:250.000, Bandung. 50 p.

Waheed, A., 2002. Nickel Laterites-A Short Course : *Chemistry, Mineralogy, and Formation of Nickel Laterites* (tidak dipublikasikan ).

Waheed, A., 2005. *Mineral Associated With Laterites*. Tidak Dipublikasikan, 54 p.