

Geologi, Genesis dan Karakteristik Endapan Laterit Bauksit di Daerah Melugai, Kalimantan Barat

Geology, Genesis, and Characteristics of Laterite Bauxite Deposits in the Melugai Area, West Kalimantan

Muhammad Hery Setiyawan^{1*}, Mega Fatimah Rosana¹, Johannes Hutabarat¹, Hill Gendoet Hartono²

^{1*} Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

² Fakultas Teknik dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

*Email Korespondensi : muhammad25001@mail.unpad.ac.id

ABSTRAK

Endapan bauksit laterit yang ditemukan di Desa Melugai, Kalimantan Barat merupakan bagian dari zona laterit prospektif. Penelitian ini bertujuan mengkaji kondisi geologi dan genesis endapan yang mempengaruhi karakteristik bauksit. Metode yang digunakan meliputi pemetaan geologi, analisis petrografi, dan uji laboratorium (XRD dan XRF). Daerah Melugai tersusun oleh batuan Malihan Pinoh dengan unit metatuf dan metaandesit yang berumur Trias. Secara geomorfologi, wilayah ini berupa perbukitan bergelombang landai hingga miring dengan pola aliran dendritik. Pembentukan bauksit laterit dikendalikan oleh jenis batuan induk, waktu, iklim tropis, dan geomorfologi landai, dimana proses lateritisasi mengintensifkan pelapukan dan pelindian unsur larut (Na, K, Ca) sehingga meninggalkan residu kaya aluminium hidroksida ($Al(OH)_3$) yang mengeras menjadi bauksit. Endapan bauksit di Melugai terbagi menjadi dua tipe berdasarkan batuan induknya. Hasil analisis XRD menunjukkan mineral dominan berupa *gibbsite*, *hematite*, *goethite*, *kaolinite*, *quartz*, dan *sodalite*. Analisis XRF menyimpulkan perbedaan kualitas yang signifikan. Bauksit dari batuan induk metatuf memiliki kadar Al_2O_3 rata-rata 47,53% (kualitas *medium grade*). Sedangkan bauksit dari batuan induk metaandesit memiliki kadar Al_2O_3 rata-rata 32,25% (kualitas *low grade*). Disimpulkan bahwa bauksit yang bersumber dari batuan induk metatuf memiliki kualitas yang lebih baik dan tingkat laterisasi yang lebih kuat.

Kata kunci: bauksit laterit, genesis, karakteristik endapan, laterisasi

ABSTRACT

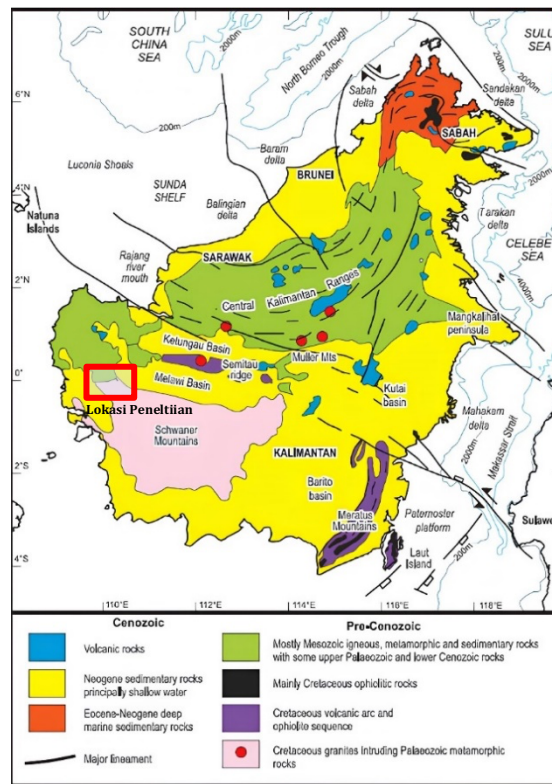
Lateritic bauxite deposits found in Melugai Village, West Kalimantan, are located within a prospective laterite zone. This study aimed to investigate the geological setting and genesis of the bauxite deposits to determine their controlling factors and resulting characteristics. Methods included geological mapping, petrographic analysis, and laboratory tests (XRD and XRF). The Melugai area is underlain by the Triassic Pinoh Metamorphic Rocks, specifically metatuff and metaandesite units. Geomorphologically, the region features gently sloping to inclined undulating hills with a dendritic drainage pattern. Bauxite formation is primarily controlled by parent rock type, time, tropical climate, and low-relief geomorphology. The lateritization process intensifies weathering and leaching of soluble elements (Na, K, Ca), leaving a residue rich in aluminum hydroxide ($Al(OH)_3$) that subsequently hardens into bauxite. The deposits are classified into two types based on their parent rock. XRD analysis identified dominant minerals: gibbsite, hematite, goethite, kaolinite, quartz, and sodalite. XRF analysis revealed a significant difference in quality. Bauxite derived from metatuff has an average Al_2O_3 content of 47.53% (medium grade), while bauxite from metaandesite has an average Al_2O_3 content of 32.25% (low grade). It is concluded that bauxite sourced from the metatuff parent rock exhibits better quality and a stronger degree of laterization.

Keyword : lateritic bauxite, genesis, deposit characteristics, laterization

PENDAHULUAN

Tektonik di Kalimantan Barat mempengaruhi pola dan karakteristik proses laterisasi bauksit [1]. Hal ini yang menyebabkan proses pembentukan dan pengayaan supergen endapan bauksit berbeda-beda pada berbagai formasi batuan induk. Menurut [2], terdapat kecenderungan bahwa distribusi unsur-unsur logam dasar bervariasi di berbagai daerah di Kalimantan Barat. [3] menyatakan bahwa potensi endapan bauksit di Kalimantan Barat didukung oleh adanya sabuk laterit yang berorientasi barat laut-tenggara, memanjang dari Singkawang, Sambas, Bengkayang, Pontianak, Landak, Kubu, Sanggau, Kayong Utara, dan Ketapang. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji kondisi geologi dan genesis endapan bauksit yang

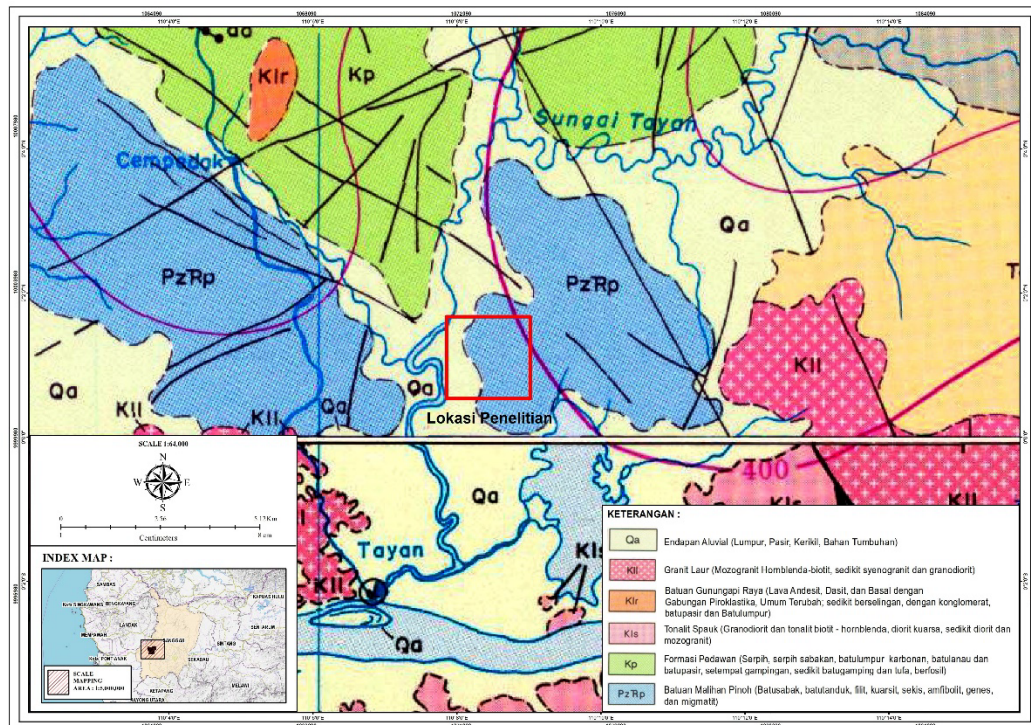
mempengaruhi karakteristik karakteristiknya. Lokasi penelitian terletak di Desa Melugai, Kecamatan Tayan Hilir, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi penelitian, desa Melugai, kecamatan Tayan Hilir, Kalimantan Barat

Menurut [4], pulau Kalimantan terbagi menjadi beberapa zona fisiografi, yaitu Blok Schwaner, Blok Paternoster, Graben Meratus, dan Dataran Tinggi Kuching. Area penelitian terletak di dalam Blok Schwaner. Blok Schwaner terdiri dari urutan batuan yang terbentuk selama jutaan tahun akibat aktivitas tektonik dan proses geologi lainnya. Secara geomorfologi, area penelitian terbagi menjadi dua satuan morfologi, yaitu perbukitan bergelombang landai dan perbukitan bergelombang sedang. Pola aliran sungai di area penelitian diklasifikasikan sebagai dendritik.

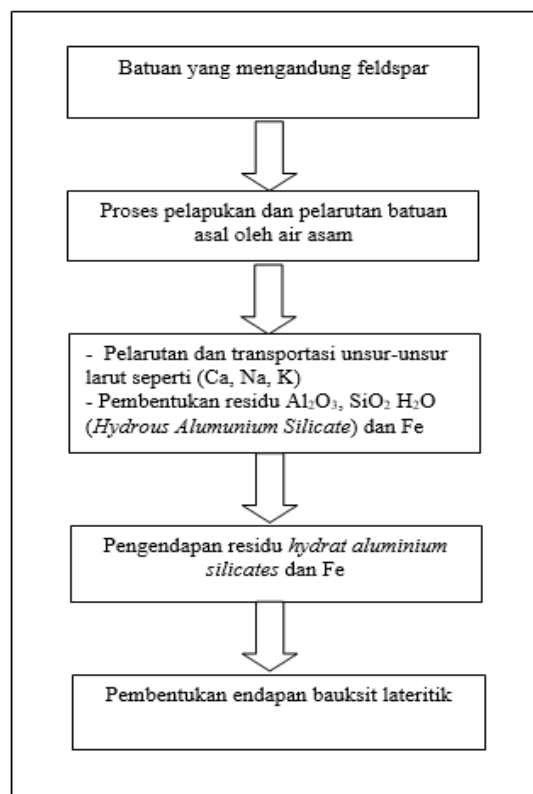
Area penelitian merupakan bagian dari Peta Geologi Regional Lembar Sanggau dan Pontianak/Nangataman, yang disusun oleh [5, 6] (Gambar 2). Urutan stratigrafi dari yang termuda hingga yang tertua terdiri dari Endapan Aluvial (Qa), berumur Kuartar, tersusun atas lumpur, pasir, kerikil, dan organik, dan batuan Malihan Pinoh (PzTrp), berumur Trias, tersusun atas kuarsit abu-abu gelap yang telah mengalami rekristalisasi dan mengandung mineral anortit, litologi yang kaya turmalin, gneiss klinopiroksen-hornblenda yang mengandung mineral klinozoisit dan skapolit, serta batuan migmatit, sekis mika dan sekis kuarsa-mika dengan biotit yang menunjukkan tekstur porfiroblastik, andalusit, garnet, muskovit sekunder, dan turmalin lokal, bersama dengan sekis mika-andalusit.



Gambar 2. Modifikasi peta geologi lembar Sanggau [5] dan lembar Pontianak/Nangataman [6]

Bauksit laterit merupakan produk dari pelapukan batuan yang intensif, dan faktor-faktor pengendalinya yang utama adalah jenis batuan induk, waktu, iklim, dan geomorfologi [7]. Proses lateritisasi terjadi karena pertukaran suhu yang terus menerus, menyebabkan batuan induk mengalami pelapukan dan fragmentasi. Selama musim hujan, air masuk ke dalam rekahan dan melarutkan unsur-unsur yang mudah larut, sementara unsur-unsur yang tidak larut tetap berada di batuan induk. Setelah unsur-unsur yang mudah larut dari batuan induk, seperti Na, K, dan Ca, terlarutkan oleh air, residu yang tersisa (laterit) menjadi kaya akan aluminium hidroksida ($\text{Al}(\text{OH})_3$), yang kemudian mengeras menjadi bauksit melalui proses dehidrasi. Pembentukan bauksit laterit memerlukan beberapa kondisi, diantaranya:

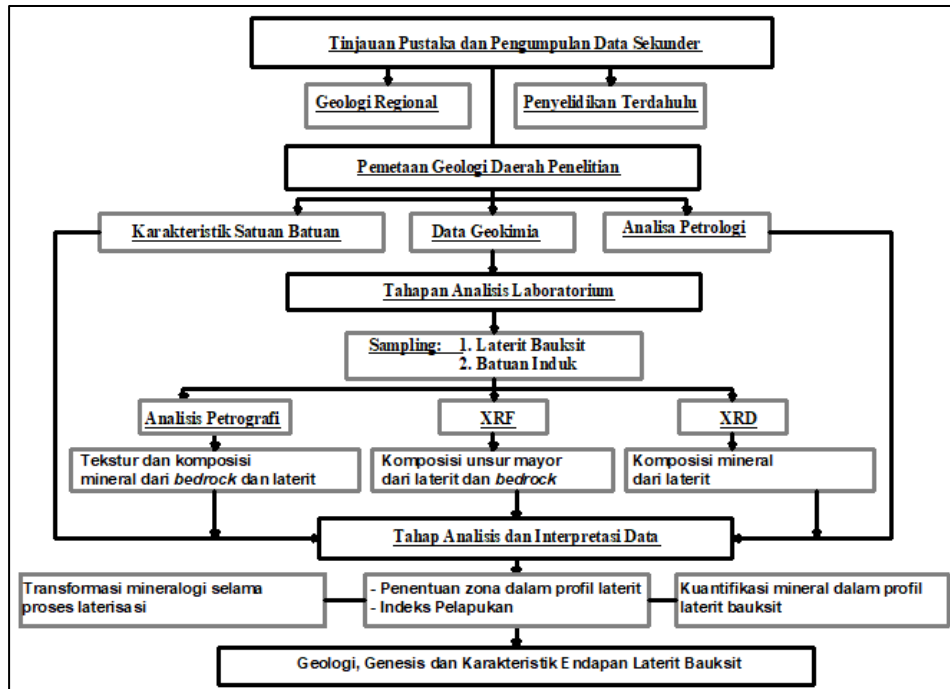
- Harus memiliki iklim tropis atau subtropis. Musim hujan merupakan periode pembentukan Al_2O_3 dan Fe_2O_3 . Selama curah hujan lebat, asam humat, CO_2 , dan pH asam berpengaruh, karena dapat menghancurkan batuan. [8] menyatakan bahwa jumlah, intensitas, dan distribusi curah hujan menentukan daya dispersi hujan pada tanah, volume dan kekuatan limpasan permukaan, serta tingkat erosi yang terjadi. Selama musim kemarau, silikat dihancurkan dan umumnya air asam membawa silika dan oksida besi dalam larutan, selain silika yang umumnya larut dalam air hujan.
- Batuan induk harus kaya akan aluminium silikat, dengan rasio tertentu terhadap oksida besi ($\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3 = 3:1$). Jika silika hadir dalam jumlah besar, ia harus sub-mikroskopis dan tersebar. Batuan ini harus terletak di atas muka air tanah (zona freatik).
- Area tersebut harus stabil dan landai, sehingga proses erosi tidak terjadi secara aktif. Kondisi seperti itu mewakili penneplain dengan perbukitan yang tidak memiliki perbedaan ketinggian yang menonjol dan memiliki pola aliran dendritik dalam tahap stadia tua. Jika terdapat lereng curam, pergerakan air yang cepat akan menyebabkan erosi.
- Pergerakan air tanah horizontal yang lambat dan jangka panjang, memungkinkan material yang terlarut dapat terangkut tanpa menyebabkan erosi. Menurut [9], hubungan antara porositas dan permeabilitas batuan tidak kuat, tetapi setiap parameter dipengaruhi oleh tekstur, struktur, dan komposisi batuan, terutama mengenai keberadaan mineral lempung.
- Harus berada pada stadia erosi tingkat dewasa – tua. Proses pembentukan bauksit membutuhkan area yang stabil di mana erosi vertikal tidak lagi aktif. Kondisi seperti itu hanya ditemukan di daerah stadia erosi tingkat dewasa – tua. Namun, sirkulasi air tanah diperlukan untuk mengangkut unsur-unsur yang tidak larut.



Gambar 3. Bagan alir proses pembentukan bauksit

METODE PENELITIAN

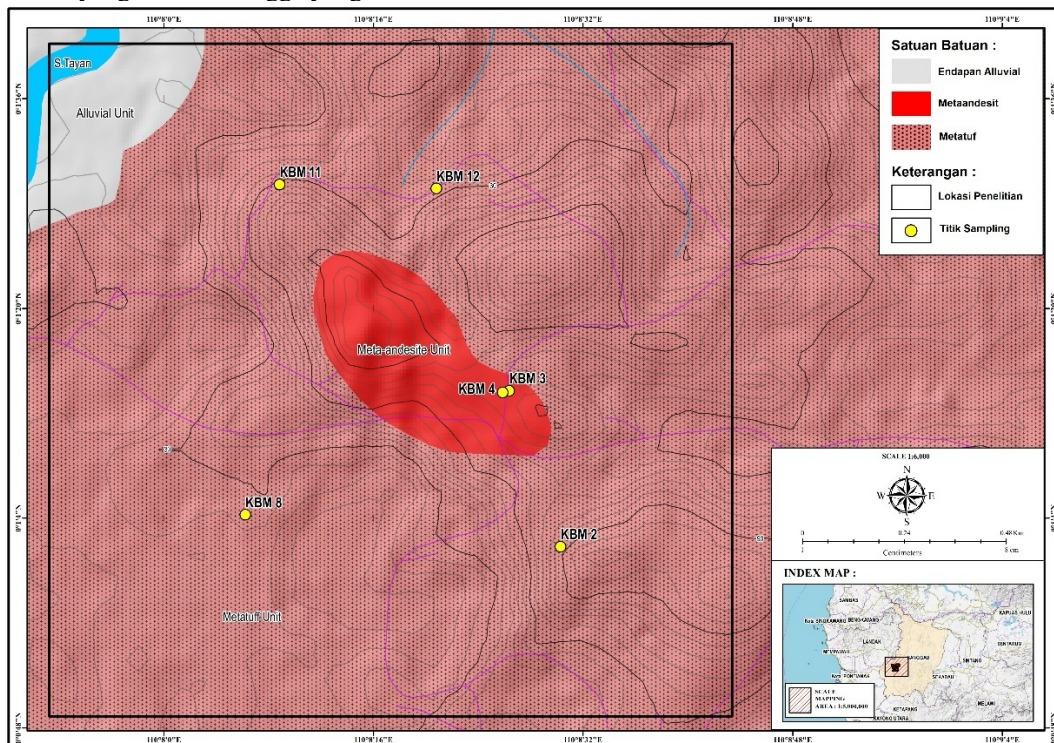
Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan, meliputi tahap persiapan, dilanjutkan dengan penyusunan laporan, yang mencakup pembuatan peta dan rekonstruksi semua hasil analisis yang relevan. Objek penelitian terdiri dari sampel batuan induk dan sampel bauksit. Sampel batuan induk yang diperoleh dari pemetaan geologi di area penelitian dianalisis baik secara megaskopis maupun mikroskopis. Sampel batuan disiapkan sebagai sayatan tipis dengan ketebalan 0,03 mm. Analisis mineralogi dilakukan menggunakan mikroskop polarisasi pada total 6 sampel batuan induk. Dalam pekerjaan laboratorium, analisis geokimia dilakukan menggunakan metode *X-Ray Fluorescence* (XRF) untuk menentukan unsur-unsur mayor dalam endapan bauksit laterit, sedangkan metode *X-Ray Diffraction* (XRD) digunakan untuk mengkuantifikasi komposisi mineral endapan bauksit laterit. Kedua metode analisis ini diterapkan pada 6 sampel bauksit laterit. Pengujian tersebut dilakukan di Laboratorium Tekmira, Bandung. Rincian lebih lanjut mengenai tahapan penelitian disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Bagan alir penelitian

HASIL DAN ANALISIS

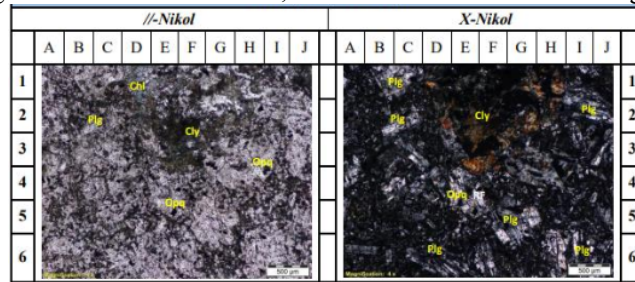
Berdasarkan observasi lapangan terhadap kondisi singkapan, karakteristik litologi, keseragaman litologi, dan distribusinya, daerah penelitian dapat dibagi menjadi dua satuan litostratigrafi (Gambar 5). Urutan stratigrafi dari yang termuda hingga yang tertua adalah metaandesit dan metatuf.



Gambar 5. Peta daerah penelitian

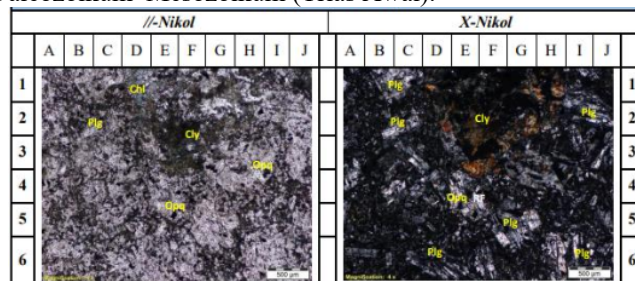
Satuan Meta-andesit (PzTRma) menempati sekitar 35% dari total area penelitian dan tersebar merata di bagian tengah lokasi studi. Dua titik observasi terdiri dari meta-andesit, yaitu KBM-3 dan KBM-4 (Gambar 5).

Analisis mikroskopis sampel batuan dari lokasi KBM-3 (Gambar 6) menunjukkan warna dominan berkisar dari tidak berwarna hingga coklat kehijauan (//), dengan tekstur afanitik, struktur hipokristalin, hubungan butir inequigranular, dan bentuk kristal subhedral hingga euhedral. Massa dasar terdiri dari mikrolit plagioklas yang sebagian telah berubah menjadi mineral lempung, bersama dengan kuarsa mikrokristalin (25%). Fenokris tersusun atas plagioklas (40%), K-feldspar (5%), dan kuarsa (3%). Sebagian besar kristal plagioklas telah mengalami ubahan menjadi mineral lempung (7%) dan klorit (10%). Mineral opak tersebar juga terdapat (10%). Berdasarkan tekstur yang diamati, batuan ini diinterpretasikan sebagai andesit yang telah mengalami metamorfisme tingkat sangat rendah. Oleh karena itu, batuan ini diklasifikasikan sebagai metaandesit.



Gambar 6. Foto mikroskopis satuan andesit, keterangan: plagioklas (Plg), K-feldspar (K-Feld), kuarsa (Qtz), klorit (Chl), mineral lempung (Cly), mineral opak (Opq)

Satuan metatuf (PzTRmt) menempati sekitar 65% dari total area studi dan tersebar luas. Empat titik observasi tersusun dari metatuf, yaitu KBM-2, KBM-8, KBM-11, dan KBM-12 (Gambar 5). Berdasarkan analisis mikroskopis sampel batuan dari lokasi KBM-2 (Gambar 7), batuan ini menunjukkan warna dominan berkisar dari tidak berwarna hingga coklat kekuningan (//) dan hitam kecokelatan gelap (X). Batuan ini menunjukkan struktur didominasi matriks dengan pemilahan yang buruk. Matriksnya tersusun dari gibsit, mineral oksida, dan gelas vulkanik (60%). Fragmen batuan yang diamati terdiri dari Metatuf, di mana fragmen feldspar telah berubah menjadi gibsit (30%) dan gelas (10%). Berdasarkan tekstur yang diamati, batuan ini diinterpretasikan sebagai tuff yang telah mengalami metamorfisme tingkat sangat rendah. Oleh karena itu, batuan ini diklasifikasikan sebagai metatuf. Satuan metatuf di daerah penelitian menunjukkan karakteristik litologi yang serupa dengan batuan Malihan Pinoh (PzTRp), salah satunya adalah tuf berubah. Batuan Malihan Pinoh diendapkan selama Paleozoikum–Mesozoikum (Trias Awal).



Gambar 7. Foto mikroskopis satuan metatuf, keterangan: fragmen batuan (RF), mineral oksida (Ox), gelas (Gls), gibsit (Gbs)

Hasil analisis XRF (*X-ray Fluorescence*) mencakup konsentrasi unsur-unsur seperti Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , and TiO_2 , yang penting dalam proses pelapukan dan dalam pembentukan mineral aluminium hidroksida, khususnya gibsit. Klasifikasi bauksit yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada klasifikasi yang dikembangkan oleh [10], yang didasarkan pada kandungan Al_2O_3 sebagai komponen utama dan kandungan SiO_2 sebagai pengotor utama (Tabel 1).

Tabel 1. Klasifikasi bijih bauksit [10]

Klasifikasi Bijih Bauksit	Kadar Al_2O_3 (%)	Kadar SiO_2 (%)
<i>Low grade</i>	<40	≥ 12
<i>Medium low grade</i>	≥ 40 -<45	8-<12
<i>Medium grade</i>	≥ 45 -<50	5-<8

Klasifikasi Bijih Bauksit	Kadar Al_2O_3 (%)	Kadar SiO_2 (%)
<i>High grade</i>	>50	<5

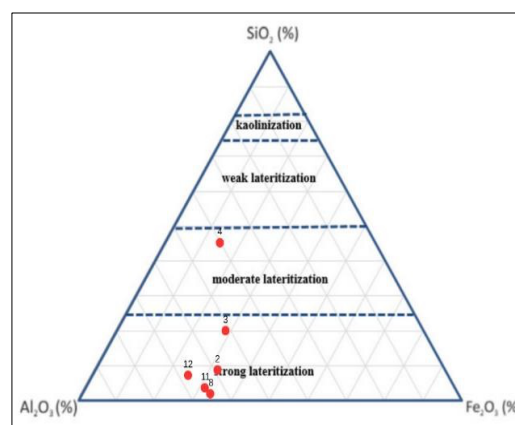
Berdasarkan data analisis XRF dari area studi (Tabel 2), sampel KBM-3 dan KBM-4 termasuk dalam kategori kadar rendah (*low grade*), dengan kandungan Al_2O_3 masing-masing sebesar 26,27% dan 38,24%. Sampel KBM-2, dengan kandungan Al_2O_3 sebesar 44,86%, diklasifikasikan sebagai kadar sedang–rendah (*medium–low grade*). Sampel KBM-8 dan KBM-11 mengandung konsentrasi Al_2O_3 yang lebih tinggi, masing-masing sebesar 47,83% dan 47,37%, sehingga diklasifikasikan sebagai kadar sedang (*medium grade*). Sampel KBM-12 menunjukkan kandungan Al_2O_3 sebesar 50,06% dan karenanya diklasifikasikan sebagai kadar tinggi (*high grade*).

Tabel 2. Hasil analisis XRF

Parameter	KBM-2 (%)	KBM-3 (%)	KBM-4 (%)	KBM-8 (%)	KBM-11 (%)	KBM-12 (%)
Al_2O_3	44,86	38,24	26,27	47,83	47,37	50,06
SiO_2	7,63	15,39	49,65	1,67	3,32	5,97
Fe_2O_3	21,1	18,79	9,31	21,29	20,04	14,69
TiO_2	1,51	1,44	0,97	1,32	1,18	1,24

Nilai *loss on ignition* (LOI) dari sampel yang berkisar antara 13,4%-27,46%, mengindikasikan adanya air terikat dalam bentuk hidroksida seperti yang ditemukan dalam mineral *gibbsite*. Temuan ini mendukung karakterisasi bauksit sebagai bijih berkualitas tinggi, karena mineral hidroksida adalah sumber utama aluminium oksida [11].

Dalam menganalisis bagaimana unsur-unsur mayor dalam bijih bauksit terdistribusi diterapkan pendekatan visual menggunakan *ternary diagram*, yang menggabungkan tiga unsur dominan dalam komposisi kimia bauksit: Al_2O_3 , SiO_2 , dan Fe_2O_3 (Gambar 8). Diagram ini menyoroti pola distribusi dan kecenderungan dominasi unsur-unsur individual di setiap sampel, sekaligus memberikan wawasan awal tentang derajat lateritisasi batuan induk.



Gambar 8. Klasifikasi derajat lateritisasi batuan [12]

Pada diagram tersebut, dapat diamati adanya variasi yang jelas antar sampel. Sampel KBM-2, KBM-8, KBM-11, dan KBM-12 cenderung berkerumun di dekat puncak Al_2O_3 . Posisi ini menunjukkan bahwa sampel-sampel ini didominasi oleh kandungan Al_2O_3 , yang mencerminkan tingkat lateritisasi batuan yang kuat. Sampel KBM-3 juga didominasi oleh Al_2O_3 , namun sampel ini mengandung proporsi SiO_2 dan Fe_2O_3 yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan KBM-2, KBM-8, KBM-11, dan KBM-12, dan dikategorikan sama-sama terlateritisasi kuat. Sebaliknya, sampel KBM-4 didominasi oleh SiO_2 , menunjukkan kandungan silika yang tinggi dan kandungan Al_2O_3 yang rendah, yang sesuai dengan tingkat lateritisasi batuan yang sedang (*moderate*).

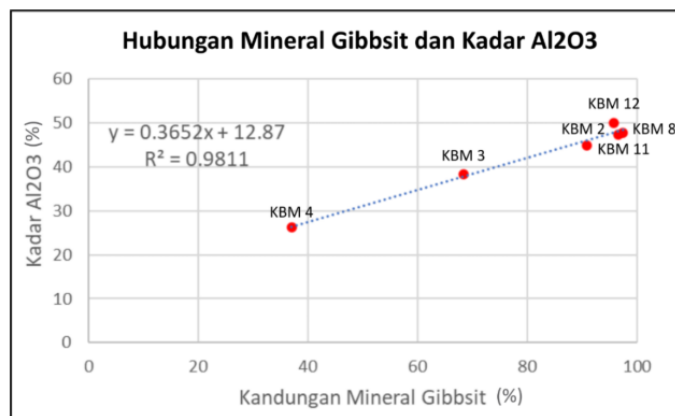
Analisis XRD (Tabel 3) mengidentifikasi mineral-mineral yang berhubungan langsung dengan kandungan aluminium oksida (Al_2O_3), serta dengan proses pelapukan dan pembentukan endapan bauksit. Sampel KBM-8, KBM-11, dan KBM-12 menunjukkan dominasi *gibsite* yang sangat besar, dengan persentase

melebihi 95%. Sampel-sampel ini hampir tidak mengandung kaolinit atau kuarsa dan hanya menunjukkan sedikit sekali hematit dan goetit. Komposisi semacam ini mengindikasikan bahwa pelapukan di lokasi-lokasi ini berlangsung sangat intensif dan berkepanjangan, menghasilkan dominasi mineral aluminium hidroksida seperti gibsit. Pengamatan ini konsisten dengan hasil XRF, yang mengungkapkan bahwa kandungan Al_2O_3 dalam sampel-sampel ini relatif tinggi. Kemungkinan besar, batuan induk di lokasi-lokasi ini diperkaya dengan mineral silikat yang mudah lapuk, seperti feldspar.

Tabel 3. Hasil analisis XRD

Mineral	KBM-2 (%)	KBM-3 (%)	KBM-4 (%)	KBM-8 (%)	KBM-11 (%)	KBM-12 (%)
Gibbsite	90,8	58,4	37	97,4	96,5	95,7
Hematite	3,7	3,8	2,8	0,9	1,3	<0,1
Goethite	3,7	5,1	1	1,8	2,2	2,4
Kaolinite	<0,1	6,8	7,4	0	0	<0,1
Quartz	1,8	15,3	51,8	0	0	1,9
Sodalite	0	0,6	0	0	0	0

Sebaliknya, sampel KBM-4 menunjukkan komposisi mineralogi yang sangat berbeda. Gibsitis hanya menyumbang 37%, sementara kuarsa mendominasi dengan lebih dari 50%. Kehadiran kaolinit 7,4% menunjukkan bahwa pelapukan masih belum tuntas. Sampel KBM-3 merepresentasikan berada diantara kedua ekstrem tersebut, mengandung 58,4% gibsitis bersama dengan sejumlah besar kaolinit dan kuarsa. Hal ini mengindikasikan bahwa proses pelapukan cukup jauh secara signifikan, namun masih menyisakan fase mineral menengah, sehingga menghambat perkembangan penuh bauksit kadar tinggi. Akibatnya, kandungan Al_2O_3 dalam sampel ini termasuk dalam kategori kadar rendah (*low grade*). Sampel KBM-2 mengandung gibsitis yang relatif tinggi (90,8%) tetapi masih menunjukkan jumlah goetit dan hematit yang moderat, menandakan bahwa fase-fase pembawa besi masih ada meskipun telah terjadi pelapukan intensif.



Gambar 9. Hubungan antara mineral Gibsitis dan kandungan Al_2O_3

Hasil gabungan analisis XRF dan XRD menunjukkan hubungan yang jelas antara komposisi kimia dan mineralogi pada sampel bauksit (Gambar 9). Di seluruh enam sampel yang dianalisis, konsentrasi Al_2O_3 berkisar antara 26,27% hingga 50,06%, sejajar dengan kandungan gibsitis yang berkisar antara 37% hingga 97,4%. Untuk mengevaluasi hubungan ini, dilakukan analisis korelasi *Pearson* (Gambar 9). Perhitungan menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,981, yang menunjukkan korelasi linear positif yang luar biasa kuat antara kelimpahan gibsitis dan kandungan Al_2O_3 . Koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,981 menunjukkan bahwa sekitar 98,1% dari kandungan Al_2O_3 yang terukur dalam sampel bauksit dapat diatribusikan pada gibsitis.

KESIMPULAN

Bauksit yang berasal dari metatuf memiliki kandungan rata-rata Al_2O_3 sebesar 47,53% (kisaran 44,86–50,06%), dikategorikan sebagai bauksit kadar sedang dengan lateritisasi intensif. Sebaliknya, bauksit yang berasal dari meta-andesit memiliki kandungan rata-rata Al_2O_3 sebesar 32,25% (kisaran 26,27–38,24%),

diklasifikasikan sebagai bauksit kadar rendah dengan lateritisasi lemah hingga sedang. Hasil-hasil ini menunjukkan bahwa bauksit yang bersumber dari metatuf memperlihatkan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan bauksit yang berasal dari meta-andesit di area studi. Temuan-temuan ini mengindikasikan bahwa gipsit tidak hanya hadir sebagai fase mineral dominan, tetapi juga secara kuantitatif mengontrol kandungan Al_2O_3 yang dapat diekstrak dalam bijih bauksit yang diteliti.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran dan semua pihak yang telah membantu selama proses pengambilan data dan pelaksanaan penelitian di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. H. Setiyawan, "Evaluasi Geologi Lingkungan untuk Mengetahui Tingkat Kemampuan Dan Kesesuaian Lahan Bekas Tambang Bauksit Pada Kegiatan Reklamasi Di Daerah Kecamatan Tayan Hilir, Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan Barat", Thesis, Yogyakarta, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, 2024.
- [2] I. H. Sulistyawan, "Characteristics and Mineralization Distribution of Precious Metal and Base Metal from Sanggau District, West Kalimantan," *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, vol. 18, no. 4, pp. 225-232, 2017.
- [3] D. Sunjaya, R. D. Nugraheni, A. A. Sahri, M. Widyastuti, and A. Hindarto, *Mineral Classification Of Bauxite Laterite In Tayan Mining Site*, Joint Convention Yogyakarta, Yogyakarta, 2019.
- [4] A. Bachtiar, *Geologi Pulau Kalimantan*, Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2006.
- [5] S. Supriatna, U. Margono, Sutrisno, P. E. Pieters, and R. P. Langford, *Peta Geologi Lembar Sanggau Kalimantan*, Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1993.
- [6] P. Sanyoto, P. E. Pieters, and R. P. Langford, *Peta Geologi Lembar Pontianak/Nangataman Kalimantan*, Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1993.
- [7] S. R. Nurhawaisyah, N. Jafar, S. Bakri, A. Artiningsih, and S. Widodo, *A Petrographic Study of Bauxite of Kenco Area, Landak District, West Kalimantan Province*, IOP Conference Series Earth and Environmental Science, 2021.
- [8] Erlangga, "Kajian Erodibilitas berdasarkan Beberapa Subgroup Tanah pada Lahan Tegalan dengan Kelas Kemiringan Lereng yang Berbeda di Kapanewon Nglipar, Kabupaten Gunungkidul", Skripsi, Yogyakarta, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, 2024.
- [9] T. L. R. Astuti, "Identifikasi Petrofisik Batuan Sebagai Pendukung Karakteristik Hidrolik Akuifer Pada Sub Das Code, Yogyakarta," *Jurnal Geosapta*, vol. 6, no. 2, pp. 103-109, 2020.
- [10] A. Hidayanto, Supandi dan H. Sidiq, "Sequence Penambangan Bijih Bauksit pada Pit Andromeda 1 untuk Memenuhi Target Produksi 51.005 Ton Bauksit Kotor", *Jurnal Mining Insight*, vol. 3, no. 1, pp. 1-10, 2022.
- [11] A. B. Santoso dan R. Syaputra, "Karakteristik Geokimia Endapan Bauksit di Daerah X, Kalimantan Barat, Indonesia", *Jurnal Teknologi Pertambangan dan Geosains*, vol. 1, no. 2, pp. 29-35, 2024.
- [12] W. Schellmann, *A New Definition of Laterite in Lateritization Processes*, Kolkata: Geological Survey of India, 1986.