

Distribusi Beberapa Logam Transisi dan Logam Runutan di Wilayah Pertambangan Mandiodo Konawe Utara Sulawesi Tenggara

Aliyas Yashar¹, Alwahab Alwawab², Muh. Edihar², Alimin Alimin¹, Ahmad Zaeni^{1,*}

¹Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo, Kendari, Sulawesi Tenggara 93232

²Program Studi Kimia, Fakultas Sains Teknologi dan Kesehatan, Institut Sains Teknologi dan Kesehatan 'Aisyiyah Kendari 93116

*email korespondensi: ahmad.zaeni@gmail.com

Received: 28 Januari 2024; **Revised:** 29 April 2024; **Accepted:** 8 Oktober 2024; **Published:** 1 Februari 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sebaran unsur logam transisi dan logam runutannya di area pertambangan Mandiodo, Konawe Utara, Sulawesi Tenggara. Fokus utama penelitian ini adalah mengidentifikasi keberadaan serta konsentrasi unsur-unsur logam, yaitu Ni, Fe, Co, Cr₂O₃, dan MnO di wilayah tersebut. Berdasarkan hasil uji XRF, unsur Fe menunjukkan kadar yang lebih tinggi dibandingkan dengan unsur-unsur lainnya. Kadar tertinggi unsur Fe ditemukan pada sampel dengan kedalaman 0-1 m di lokasi tiga, yaitu sebesar 20,73%. Sementara itu, konsentrasi unsur Ni, Co, Cr₂O₃, dan MnO ditemukan pada nilai tertinggi di kedalaman dan lokasi yang berbeda. Kadar Ni tertinggi adalah 0,80% di lokasi satu pada kedalaman 7-8 m, Co tertinggi sebesar 0,05% di lokasi tiga pada kedalaman 3-4 m, Cr₂O₃ tertinggi 0,87% di lokasi dua pada kedalaman 7-8 m, dan MnO tertinggi 0,58% di lokasi satu pada kedalaman 3-4 m. Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah pertambangan Mandiodo menyimpan potensi besar dalam kandungan mineral logam, seperti Ni, Fe, Co, Cr₂O₃, dan MnO, yang bernilai ekonomi tinggi. Dengan cadangan yang melimpah, wilayah ini dapat dimanfaatkan secara optimal untuk kegiatan pertambangan yang efisien. Potensi ini memberikan peluang strategis dalam mendukung kemajuan sektor industri, mendorong pertumbuhan perekonomian daerah, menciptakan lapangan kerja, serta berkontribusi secara signifikan terhadap pembangunan berkelanjutan yang inklusif.

Kata-kata kunci: Konawe Utara; Logam transisi; Mandiodo; Pertambangan; XRF

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam, baik sumber daya alam hayati maupun nonhayati (Team Ministry of Energy and Mineral Resources Republic of Indonesia, 2021). Berdasarkan sifatnya, sumber daya alam diklasifikasikan menjadi sumber daya yang dapat diperbaharui, sumber daya yang tidak dapat diperbaharui, dan sumber daya yang terus menerus atau mengalir. Sumber daya terbarukan, tergantung pada praktik pengelolannya, dapat mengalami penurunan, kestabilan, atau peningkatan ketersediaan, sementara sumber daya tak terbarukan bersifat terbatas, dan sumber daya yang terus menerus atau mengalir dapat diakses secara berkelanjutan. Secara keseluruhan, sumber daya alam Indonesia yang beragam membutuhkan pengelolaan yang bijaksana untuk memastikan pemanfaatan yang berkelanjutan (Alimin et al., 2016).

Sulawesi Tenggara merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang terkenal dengan sumber daya alamnya yang melimpah. Hal itu terlihat dari banyaknya perusahaan pertambangan yang mengeksplorasi hutan dan lahan di wilayah tersebut, khususnya di Konawe Utara. Kegiatan pertambangan di Konawe Utara melibatkan berbagai tahapan, termasuk penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, ekstraksi, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pasca tambang (Setiawan et al., 2018).

Sulawesi Tenggara khususnya Konawe Utara memiliki kelimpahan deposit nikel yang didukung oleh kondisi geologi dimana tatanan stratigrafi yang begitu kompleks di lokasi tersebut (Dasi et al., 2022). Letak Provinsi Sulawesi Tenggara terbentuk akibat tumbukan dua buah lempeng besar, yaitu lempeng benua yang berasal dari Australia dan lempeng samudra yang berasal dari Pasifik. Akibat tumbukan tersebut maka wilayah Sulawesi Tenggara terdiri dari 3 bagian utama batuan penyusunnya yaitu *continental terrane*, *ocenic terrane*, dan *Sulawesi Molasse*. Sulawesi Tenggara dinamai Mintakat Benua Sulawesi Tenggara

(*Southeast Sulawesi Continental Terrane*) dan Mintakat Matarombeo. Hal ini didasari oleh keberadaan kedua lempeng ini yang cukup besar di daerah Sulawesi Tenggara. Penamaan lain untuk mintakat ini adalah Lempeng Benua Lajur Tinondo dan Benua Renik Sulawesi Tenggara (Martosuwito, 2012).

Kabupaten Konawe Utara merupakan salah satu daerah di Sulawesi Tenggara dengan komoditas bahan tambang berupa nikel yang melimpah. Kelimpahan nikel di daerah ini disebabkan oleh faktor geologi, stratigrafi, dan topografinya. Terdapat dua jenis nikel di daerah ini yakni nikel limonit dan saprolit. Selain nikel, beberapa jenis logam berat yang terdapat di area tersebut antara lain Aluminium (Al), Antimon (Sb), Kadmium (Cd), Kromium (Cr), Kobalt (Co), Cufrum (Cu), Ferrum (Fe), Mangan (Mn), Molybdenum (Mo), Salenium (Se), Silver (Ag), Tin (Sn), Plumbum (Pb), Vanadium (V), dan Zinc (Zn) (Erwin et al., 2023). Lokasi tambang nikel di Konawe Utara dibagi menjadi 4 prospek yaitu Lasolo Lalindu, Tapunopaka, Bahubulu, dan Mandiodo. Setiap prospek memiliki jumlah tonase yang berbeda-beda (Riyanto et al., 2021). Pada penelitian ini, menganalisis logam transisi dan runutannya pada pertambangan yang terletak di Mandiodo pada tiga titik lokasi dengan kedalaman yang berbeda-beda. Dengan mengambil tiga titik lokasi tersebut diharapkan hasil analisisnya dapat mewakili ketersediaan logam transisi dan runutannya dipertambangan Mandiodo.

EKSPERIMEN

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kotak sampel, timbangan analitik, *log book*, *tray*, *oven*, *jaw crusher*, *pulverizer*, *mixer*, *sieving test*, XRF (*X-Ray Fluorescence*) Bruker (JAGUAR), alat pres (ATLAS power), cawan, spatula, *cup press*, *vortex*, dan sampel uji.

Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel dilakukan pada tiga titik lokasi di daerah Pertambangan Mandiodo Konawe Utara. Jarak setiap titik sampling adalah 300 meter dengan kedalaman masing-masing 0-1 m, 3-4 m, 5-6 m, dan 7-8 m. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *grab sampling* yaitu dengan cara mengambil material tanah dengan kedalaman yang berbeda-beda yang mengandung mineral secara acak (Asri & Anaperta, 2018; Fatubun & Pangkung, 2022). Alat dan bahan yang digunakan dipastikan bersih dan bebas dari kontaminasi. Selanjutnya memastikan sampel yang diambil mewakili mineral yang akan dianalisis. Sampel mineral yang telah diambil disimpan dalam kotak pengambilan sampel dan dipastikan kotak yang digunakan bersih dan kering. Sampel diberi label pada kotak pengambilan sampel, mencantumkan informasi kode lokasi pengambilan sampel, dan tanggal pengambilan sampel. Sampel yang telah diambil dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisis lebih lanjut.

Preparasi Sampel

Sampel mineral yang akan diuji dikeringkan dan dihaluskan agar kotoran atau benda asing yang menempel pada sampe akan hilang. Kemudian diukur bobot sampel mineral yang dibutuhkan untuk analisis. Selanjutnya mencatat semua informasi yang terkait dengan sampel mineral yang akan dianalisis.



Gambar 1. Proses preparasi sampel

Sampel mineral yang telah disiapkan kemudian dihaluskan dengan menggunakan *jaw crusher*. Selanjutnya di-*pulverizer* hingga sampai menjadi serbuk halus. Serbuk mineral yang telah dihasilkan kemudian dipadatkan dengan menggunakan alat pemadat sampel. Pemadatan ini dilakukan untuk memastikan bahwa sampel yang akan dianalisis telah homogen dan memiliki kepadatan yang konsisten. Setelah sampel mineral dipadatkan, dilakukan penempaan sampel menjadi pelet. Proses ini dilakukan dengan menempatkan serbuk mineral yang telah dipadatkan ke dalam alat penempa sampel dan ditempa dengan tekanan tinggi hingga terbentuk pelet yang padat dan homogen (Guskarnali et al., 2020).



Gambar 2. Sampel pelet mineral yang siap diukur menggunakan XRF

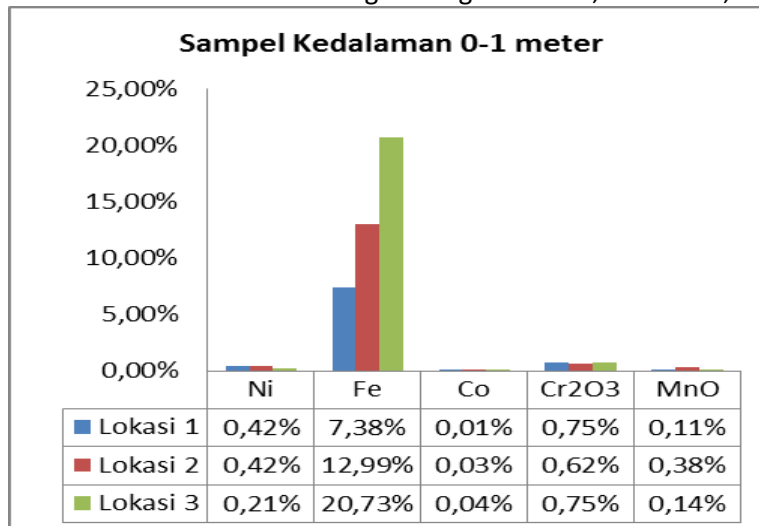
Pengukuran Sampel Menggunakan XRF

Pelet mineral yang telah dibuat kemudian diukur menggunakan XRF *analyzer*. XRF *analyzer* akan mengukur jumlah energi sinar-X yang diserap oleh sampel dan kemudian menghasilkan besaran persentase kandungan logam yang terkandung dalam sampel mineral (Vansla et al., 2023).

HASIL DAN DISKUSI

Data Sampel Uji Kedalaman 0-1 Meter

Pada **Gambar 3**, data sampel uji kedalaman 0-1 m menunjukkan elemen Ni pada lokasi 1 dan lokasi 2 memiliki kadar yang sama sebesar 0,42% sedangkan pada lokasi 3 memiliki kadar 0,21%. Namun, kadar Fe di ketiga lokasi tersebut memiliki selisih yang cukup signifikan. Lokasi 1 memiliki kadar 7,38%; lokasi 2 memiliki kadar 12,99%; dan lokasi 3 memiliki kadar 20,73%. Elemen Co menunjukkan selisih yang relatif kecil pada setiap lokasi yaitu masing-masing sebesar 0,01%; 0,03%; dan 0,04%. Elemen Cr₂O₃ menunjukkan kadar yang sama pada lokasi 1 dan 3 yaitu 0,75% sedangkan pada lokasi 2 kadarnya lebih kecil sebesar 0,62%. Selain itu, elemen MnO kadar tertinggi terdapat di lokasi 2 sebesar 0,38% sedangkan pada lokasi 1 dan lokasi 2 persentase elemen MnO masing-masing sebesar 0,11% dan 0,14%.



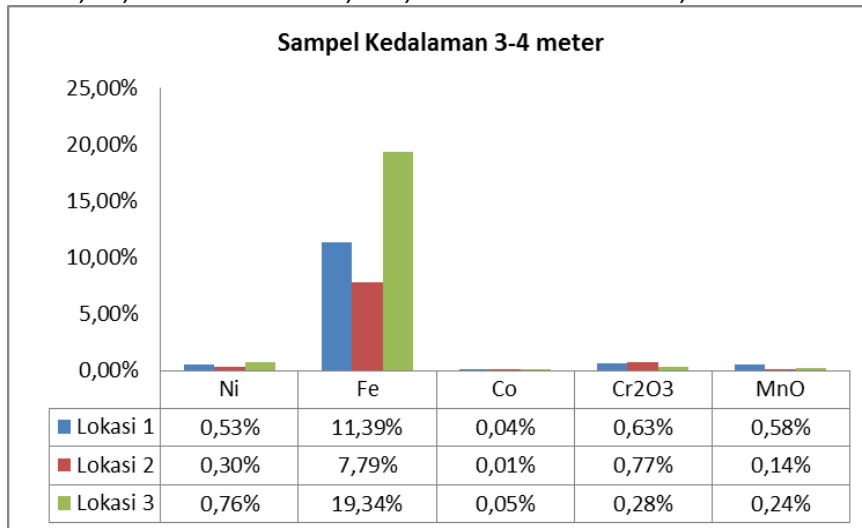
Gambar 3. Data XRF kedalaman 0-1 meter

Selisih kadar persen yang relatif serupa dari elemen Ni di antara lokasi 1, lokasi 2, dan lokasi 3, sebagaimana terungkap pada **Gambar 3** disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satunya adalah homogenitas geologi di area yang diuji. Jika geologi di ketiga lokasi tersebut mirip, maka keberagaman dalam kadar elemen Ni akan cenderung terbatas. Selain itu, faktor-faktor lingkungan seperti jenis tanah, batuan, dan kondisi hidrogeologi juga dapat berdampak pada konsentrasi elemen Ni dalam sampel (Kamaruddin et al., 2018).

Selain itu, element Fe memiliki kadar yang tinggi dibandingkan beberapa unsur yang ada. Namun dari tiga sampel lokasi yang berbeda dengan kedalaman yang sama untuk Fe pada lokasi ke-3 memiliki nilai kadar sebesar 20,73 % jauh lebih tinggi dibandingkan kadar Fe di lokasi 1 dan lokasi 2. Hal ini dapat terjadi karena pelapukan atau proses pelindian oleh air dalam suatu batuan asal, unsur Fe dan Fe₂O₃ ini akan terurai dan membentuk suatu larutan serta mempunyai sifat *immobile* sehingga akan terakumulasi dekat dengan permukaan tanah (Lintjewas et al., 2019). Proses terbentuknya logam mineral seperti Ni dan Cr terjadi ketika proses suplai air terus berlangsung, kandungan unsur Ni dan Cr yang terdapat dalam suatu tanah atau batuan akan terus masuk sampai ke dalam tanah karena unsur Ni dan Cr bersifat *mobile* (Kamaruddin et al., 2018). Ketika air meresap ke dalam tanah, partikel tanah atau batuan yang terbentuk akan bersama-sama ion-ion Ni dan Cr yang terlarut. Karena sifat *mobile* dari unsur-unsur tersebut, ion-ion ini tidak terikat secara kuat sehingga cenderung untuk bergerak melalui pori-pori dan ruang-ruang di dalam tanah sehingga membentuk endapan mineral logam. Begitu juga dengan mineral MnO dan Co terjadi pengkayaan pada zona batas antara saprolit dan limonit akibat adanya perpindahan unsur yang terjadi secara vertikal dari zona bagian atas dan mengalami proses presipitasi (Erwin et al., 2023). Hal ini mengakibatkan kadar MnO dan Co sangat meningkat dibagian permukaan dengan kadar MnO sekitar. Akan tetapi, semakin mendekati batuan dasar (*bedrock*) kadar MnO dan Co semakin berkurang (Lintjewas et al., 2019).

Data Sampel Uji Kedalaman 3-4 Meter

Pada **Gambar 4**, data sampel uji kedalaman 3-4 m menunjukkan bahwa elemen Ni pada lokasi 1 dan lokasi 2 memiliki selisih kadar sebesar 0,23 % sedangkan pada lokasi 3 memiliki kadar yang berbeda sebesar 0,76%. Namun, kadar Fe di ketiga lokasi tersebut memiliki selisih yang cukup signifikan. Lokasi 1 memiliki kadar 11,39%; lokasi 2 memiliki kadar 7,79%; dan lokasi 3 memiliki kadar 19,34%. Elemen Co menunjukkan selisih yang relatif kecil pada setiap lokasi yaitu masing-masing sebesar 0,04%; 0,01%; dan 0,05%. Elemen MnO di lokasi 1 kadar 0,5%; lokasi 2 sebesar 0,14%; dan lokasi 3 sebesar 0,24%.



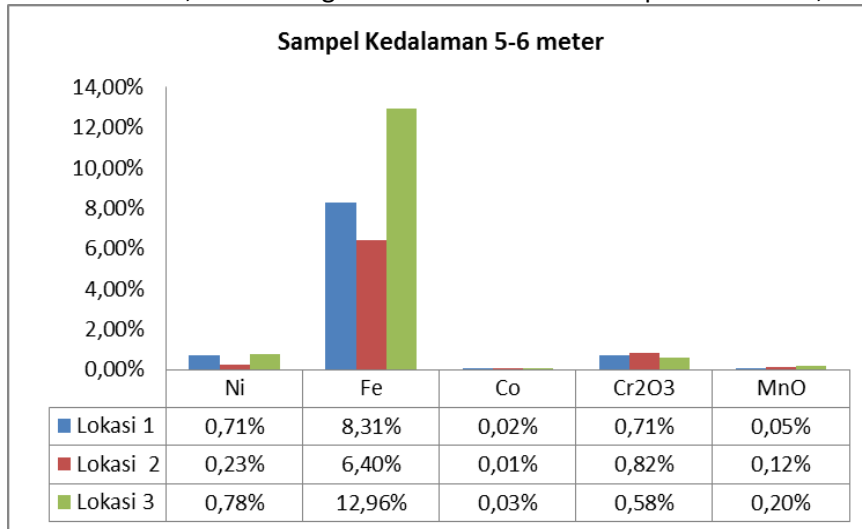
Gambar 4. Data XRF kedalaman 3-4 meter

Dari **Gambar 4** dapat dilihat parameter MnO memiliki peningkatan jumlah persentase dibandingkan elemen MnO pada kedalaman 0-1 m. Sementara elemen mineral lainnya untuk kedalaman 3-4 m rata-rata persentasinya tidak mengalami perbedaan yang signifikan dibandingkan pada kedalaman 0-1 m. Hal ini menandakan adanya perubahan konsentrasi atau distribusi mineral MnO dalam profil tanah. Kenaikan jumlah persentase MnO pada kedalaman tertentu bisa mengindikasikan adanya proses-proses geokimia atau geologis yang terjadi di dalam tanah pada kedalaman 3-4 m. Akumulasi atau konsentrasi lebih tinggi dari mineral MnO pada kedalaman 3-4 m bisa disebabkan oleh faktor-faktor proses pelapukan batuan di

bawah permukaan tanah, aktivitas biologis, atau redistribusi mineral Mn oleh air tanah atau proses-proses hidrologis lainnya (Li et al., 2021).

Data Sampel Uji Kedalaman 5-6 Meter

Pada **Gambar 5**, data sampel uji kedalaman 5-6 m menunjukkan bahwa elemen Ni pada lokasi 1 dan lokasi 3 memiliki kadar yang hampir sama sebesar 0,71% dan 0,78 %, sedangkan pada lokasi 2 memiliki kadar yang berbeda sebesar 0,23%. Namun, kadar Fe di ketiga lokasi tersebut memiliki selisih yang cukup signifikan. Lokasi 1 memiliki kadar 8,31%; lokasi 2 memiliki kadar 6,40%; dan lokasi 3 memiliki kadar 12,96%. Elemen Co menunjukkan selisih yang relatif kecil pada setiap lokasi yaitu masing-masing sebesar 0,02%; 0,01%; dan 0,03%. Elemen Cr₂O₃ menunjukkan kadar di lokasi 1 dan 2 sama 0,71% dan 0,82% sedangkan pada lokasi 3, kadarnya lebih kecil sebesar 0.58%. Selain itu, elemen MnO pada lokasi 1 kadarnya lebih rendah sebesar 0,05% sedangkan lokasi 2 dan 3 berada pada kisaran 0,12% dan 0,2%.

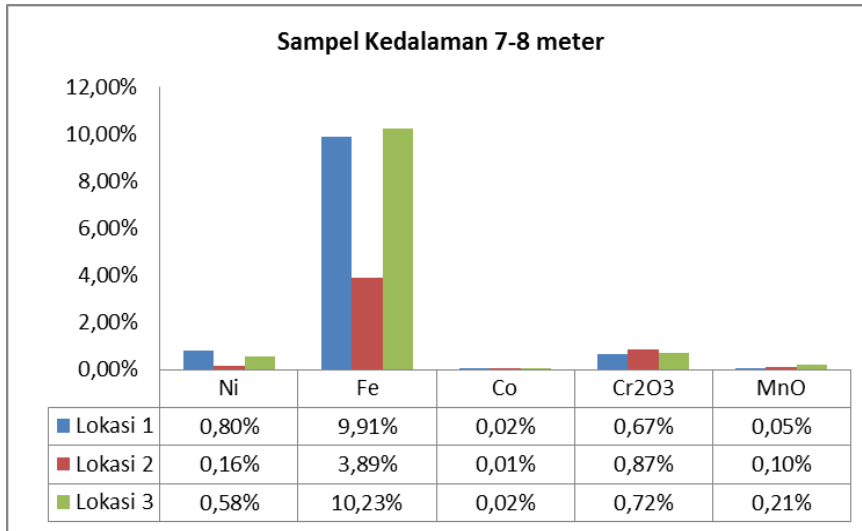


Gambar 5. Data XRF kedalaman 5-6 meter

Pada **Gambar 5** menunjukkan sampel uji dengan kedalaman 5-6 m untuk elemen Ni terus mengalami peningkatan jumlah persentase yang signifikan dibandingkan dengan elemen Fe, Co, Cr₂O₃, dan MnO. Penyebab peningkatan ini bisa terjadi karena bentuk geologi regional dan proses geokimia di lokasi Penambangan Mandiodo Konawe Utara. Selain itu, adanya formasi geologi yang khususnya kaya akan mineral nikel atau proses geokimia yang mendukung akumulasi nikel di kedalaman 5-6 m dapat menjadi faktor penting.

Data Sampel Uji Kedalaman 7-8 Meter

Pada **Gambar 6**, data sampel uji kedalaman 7-8 m menunjukkan bahwa elemen Ni pada lokasi 1, lokasi 2, dan lokasi 3 memiliki kadar masing-masing sebesar 0,80%; 0,16%; dan 0,58%. Namun, kadar Fe di ketiga lokasi tersebut memiliki selisih yang cukup berbeda jauh. Lokasi 1 memiliki kadar 9,91%; lokasi 2 memiliki kadar 3,89%; dan lokasi 3 memiliki kadar 10,23%. Elemen Cr₂O₃ menunjukkan kadar di lokasi 1, lokasi 2, dan lokasi 3 masing-masing 0,67%; 0,87%; dan 0,72%. Elemen Co menunjukkan selisih yang relatif kecil pada setiap lokasi yaitu masing-masing sebesar 0,02%; 0,01%; dan 0,02%. Sementara elemen MnO masing-masing lokasi berturut-turut sebesar 0,05%; 0,1%; dan 0,21%.



Gambar 6. Data XRF kedalaman 7-8 meter

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan ada beberapa elemen yang begitu tinggi dan ada yang sangat rendah. Elemen Fe pada setiap sampel uji yang dianalisa terlihat cukup tinggi dibanding beberapa elemen yang terlihat seperti Cr₂O₃, Ni, MnO, dan terakhir Co. Besi (Fe) adalah salah satu elemen yang cukup umum dalam kerak bumi dan biasanya ditemukan dalam berbagai jenis batuan dan mineral. Oleh karena itu, jika sampel berasal dari daerah dengan geologi yang kaya akan mineral besi, maka konsentrasi besi cenderung lebih tinggi (Kotarumalos et al., 2023).

KESIMPULAN

Setiap titik pengambilan sampel terdapat mineral logam Ni, Fe, Co, Cr₂O₃, dan MnO. Kadar logam tertinggi adalah elemen Fe sebesar 20,73 % dan yang terendah elemen Co sebesar 0,01% untuk setiap titik dan lokasi yang dijadikan sampel analisis yang terdapat di pertambangan Mandiodo Konawe Utara, Sulawesi Tenggara.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimin, Maryono, & Putri, S. E. (2016). Analisis Kandungan Mineral Pasir Pantai Losari Kota Makassar Menggunakan XRF dan XRD. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 17(2), 19–23.
- Asri, H. H., & Anaperta, Y. M. (2018). Metode Selective Mining untuk Antisipasi Penurunan Kadar Bijih Nikel dari Data Pemboran terhadap Realisasi Hasil Penambangan pada Blok Yudistira PT. *Jurnal Bina Tambang*, 3(4), 1771–1783.
- Dasi, I., Ngkoimani, L. O., & Irawati, I. (2022). Identifikasi Kandungan Unsur Logam Berat Berdasarkan Analisis Suseptibilitas Magnetik Pada Sedimen Sungai Wawopondo Di Sekitar Pertambangan Nikel Laterit Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Rekayasa Geofisika Indonesia*, 4(03), 155. <https://doi.org/10.56099/jrgi.v4i03.28891>
- Erwin, R., Okto, A., & Hamimu, L. (2023). Kandungan dan Ketebalan Endapan Nikel Laterit Di Kecamatan Langgikima Kabupaten Konawe Utara Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Geomine*, 11(April), 22–41.
- Fatubun, J. E. A. F., & Pangkung, Y. G. (2022). Analisis Pengambilan Dan Preparasi Sampel Berdasarkan Hasil Pengujian Kadar Nikel Pada Pt. Haltim Mining Kabupaten Halmahera Timur Provinsi Maluku Utara. *INTAN Jurnal Penelitian Tambang*, 1(1), 44–52. <https://doi.org/10.56139/intan.v1i1.10>
- Guskarnali, G., Manik, B. H., Mahardika, R. G., & Anugrah Sandy, B. D. (2020). Identifikasi Keberadaan Logam Tanah Jarang (Ljt) Pada Tailing Timah Menggunakan Alat Xrf Portable Dan Xrf Max/Portrace- Kecamatan Merawang. *Jurnal GEOSAPTA*, 6(2), 121. <https://doi.org/10.20527/jg.v6i2.7934>
- Kamaruddin, H., K, R. A. I., Rosana, M. F., Sulaksana, N., Sarjana, P., Geologi, T., Padjajaran, U., Sarjana, P.,

Geologi, T., & Padjajaran, U. (2018). *Makalah ilmiah*. 13.

- Kotarumalos, S. H., Limehuwey, R., & Multi, W. (2023). Genesis and Characteristics of Iron Sand. *Tanah Goyang*, 1(1).
- Li, H., Santos, F., Butler, K., & Herndon, E. (2021). A Critical Review on the Multiple Roles of Manganese in Stabilizing and Destabilizing Soil Organic Matter. *Environmental Science and Technology*, 55(18), 12136–12152. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c00299>
- Lintjewas, L., Setiawan, I., Kausar, A., Penelitian, P., & Lipi, G. (2019). *Profil Endapan Nikel Laterit Di Daerah Palangga , Provinsi Sulawesi Tenggara Profile Of Nickel Laterite Deposit In Palangga .* 29(1), 27–34. <https://doi.org/10.14203/risetgeotam2019.v29.970>
- Martosuwito, S. (2012). Tektonostratigrafi Bagian Timur Sulawesi,Indonesia. Hubungannya Dengan Asal Mintakat. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, 22(4), 199–2077.
- Riyanto, E., Masri, M., Hasria, H., & Bahdad, B. (2021). Identifikasi Zona Kerentanan Gerakan Tanah Berdasarkan Data Geologi Pada Daerah Wangudu Raya, Kecamatan Asera, Kabupaten Konawe Utara, Sulawesi Tenggara. *OPHIOLITE : Jurnal Geologi Terapan*, 3(2), 113. <https://doi.org/10.56099/ophiolite.v3i2.22782>
- Setiawan, K. N. S., Achmadi, T., & Lazuardi, S. D. (2018). Analisis Skala Penambangan Mineral dan Pengangkutan: Studi Kasus Angkutan Nikel di Sulawesi Tenggara. *Jurnal Teknik ITS*, 7(1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i1.30001>
- Team Ministry of Energy and Mineral Resources Republic of Indonesia. (2021). Grand Strategy Mineral dan Batubara. *Direktorat Jenderal Mineral Dan Batubara Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral*, 1–435.
- Vansla, T., Aulia Rahman, H., & Har, R. (2023). Kajian Potensi Logam Tanah Jarang pada Batu Pasir Ombilin Atas dan Formasi Ombilin Bawah menggunakan Analisis X-Ray Fluorescence. *Jurnal Bina Tambang*, 8(2), 146–153.