

Analisis Konsentrasi Logam Berat pada Permukaan Tanah Berdasarkan Nilai Suseptibilitas Magnetik di Pesisir Teluk Lasolo dan Sekitarnya

Analysis of Heavy Metal Concentrations of The Soil Surface Based on The Magnetic Susceptibility Values on The Coast Of Lasolo Bay and Surrounding

Nur Aziza^{1*}, Irawati², Erzam S. Hasan³

¹ Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Halu Oleo; Kendari; Fax (0401) 3190006

Article history:

Received: 05 December 2023

Accepted: 27 December 2023

Keywords:

Magnetic Susceptibility;
sediments; X-Ray
Fluorescence; Heavy Metal;
Geoaccumulation Index;
Molawe District.

Correspondent author:

azyzanur17@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini terletak di Teluk Lasolo yakni di Desa Tapuemea Kecamatan Molawe Kabupaten Konawe Utara. Tujuan penelitian untuk menentukan konsentrasi logam berat berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF) dan menentukan kualitas sedimen. Hasil pengukuran XRF diketahui bahwa konsentrasi logam berat yang tertinggi untuk zona pertambangan, zona pesisir dan zona pemukiman adalah Nikel (Ni), Besi (Fe) dan Kobalt (Co), sedangkan logam berat yang tidak melewati ambang batas maksimum adalah Tembaga (Cu) dan Zink (Zn). Kualitas sedimen dilihat dari analisis Indeks Beban Pencemaran (PLI) termasuk dalam kategori telah tercemar dengan nilai indeks geoakumulasi yang menunjukkan bahwa telah terjadi pencemaran dengan kategori tercemar sedang sampai sangat luar biasa parah.

Abstract. This research is located in Lasolo Bay, that is at Tapuemea Village, Molawe District, North Konawe Regency. The purpose of the study was to determine the concentration of heavy metals based on magnetic susceptibility values using X-Ray Fluorescence (XRF) and determine sediment quality. The results of XRF measurements showed that the highest concentrations of heavy metals for mining zones, coastal zones and residential zones were Nickel (Ni), Iron (Fe) and Cobalt (Co), while heavy metals that did not exceed the maximum threshold were Copper (Cu) and Zinc (Zn). Sediment quality as seen from the Pollution Load Index (PLI) analysis is included in the polluted category with a geoaccumulation index

value indicating that there has been pollution with moderate to extremely severe pollution categories

© 2023 JRG (Jurnal Rekayasa Geofisika Indonesia)

1. PENDAHULUAN (*INTRODUCTION*)

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar di dunia. Indonesia juga terkenal sebagai negara yang kaya akan berbagai potensi sumber daya alam. Kekayaan alam ini menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara yang memiliki wilayah pertambangan yang besar. Wilayah pertambangan meluas ke berbagai pulau di Indonesia. Salah satunya Kabupaten Konawe Utara yang berada di Provinsi Sulawesi Tenggara, terletak di wilayah pesisir yang terkenal dengan keasrian dan keindahan baharinya serta hasil laut yang melimpah yang menguntungkan bagi masyarakat pesisir yang mendiami wilayah tersebut. Selain itu Kabupaten Konawe Utara juga memiliki cadangan sumber daya mineral berupa nikel yang cukup besar. Khususnya di Kecamatan Molawe berbagai aktivitas pertambangan Nikel yang dilakukan di sekitar Teluk Lasolo.

Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar yang beracun. Keberadaan logam-logam ini sangat berbahaya, meskipun dalam jumlah yang kecil. Berbagai aktivitas manusia seperti penambangan, perindustrian atau bahkan limbah rumah tangga sangat berpotensi menghasilkan limbah yang mengandung logam berat. Permasalahan pencemaran lingkungan merupakan topik yang selalu menarik untuk dibahas dan menjadi masalah yang semakin

memprihatinkan, tidak hanya bagi lingkungan itu sendiri tapi lebih kepada kesehatan masyarakat yang terpapar berbagai dampak dari pencemaran lingkungan (Ahmad,2013).

Salah metode geofisika yang dapat dilakukan untuk mengetahui konsentrasi logam berat adalah metode suseptibilitas magnetik. Adapun untuk mengetahui nilai suseptibilitas magnetik menggunakan sensor MS2B sebagai petunjuk adanya logam berat yang dilakukan oleh penelitian sebelumnya (Ahmad, 2023). Metode yang umum digunakan untuk menganalisis konsentrasi logam berat yang terdapat dalam sedimen adalah spektrometri, salah satunya dengan menggunakan alat X-Ray *Fluorescence* (XRF).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Secara administrasi daerah penelitian termaksud dalam Kecamatan Molawe yang merupakan bagian dari Kabupaten Konawe Utara. Kabupaten Konawe Utara adalah sebuah kabupaten di Provinsi Sulawesi Tenggara. Luas wilayah Kabupaten Konawe Utara secara total memiliki luas 5.101,76 Km². Daerah penelitian tersebut berada di Desa Tapuemea. Kecamatan Molawe memiliki luas wilayah yaitu 365,06 Km² atau 7,27 persen dari luas wilayah Kabupaten Konawe Utara, yang terdiri dari 8 desa dan 1 kelurahan. Kecamatan Molawe terletak di Utara Kabupaten Konawe Utara, melintang dari

Utara ke Selatan antara 02°97' dan 03°86' Lintang Selatan, membujur dari Barat ke Timur antara 121°49' dan 122°49' Bujur Timur (BPS, 2021).

Logam berat merupakan kelompok logam dengan kriteria yang sama dengan logam lainnya. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan masuknya ke dalam tubuh organisme hidup. Logam berat biasanya menimbun efek khusus pada makhluk hidup, ketika masuk ke dalam tubuh secara berlebihan akan menimbulkan pengaruh buruk terhadap fungsi fisiologis tubuh (Palar, 2004). Logam berat tergolong kriteria yang sama dengan logam lainnya. Hal yang membedakan adalah pengaruh yang dihasilkan saat logam berat berikatan dan atau masuk ke dalam organisme hidup. Logam digolongkan kedalam dua kategori, yaitu logam berat dan logam ringan. Logam berat ialah logam yang mempunyai berat 5 g atau lebih untuk setiap cm³, dengan sendirinya logam yang beratnya kurang dari 5 g setiap cm³ termasuk logam ringan (Adhani, R., dan Husaini, 2017).

Pada umumnya logam berat kebanyakan adalah mineral magnetik, mineral magnetik memiliki suseptibilitas yang tinggi. Salah satu contoh logam yang memiliki nilai suseptibilitas tinggi adalah Fe. Unsur Fe adalah salah satu unsur yang paling banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari karena sifatnya yang kuat, sehingga logam Fe banyak digunakan dalam pembuatan bahan baku baja, kabel atau kawat baja dan juga biasa digunakan untuk alat konstruksi. Namun Fe juga bisa mencemari lingkungan secara

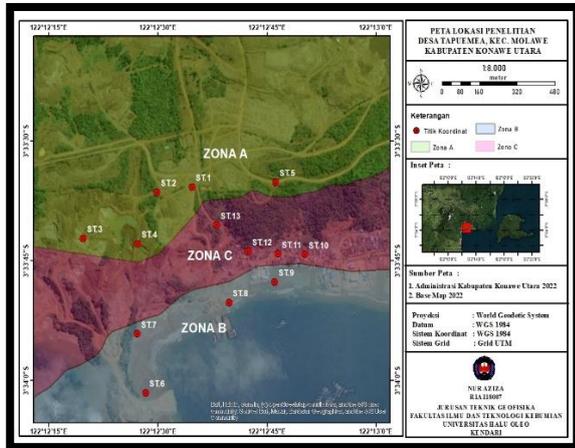
alamiah maupun non alamiah yang nantinya akan mengendap di dasar sungai menjadi sedimen, dan sedimen yang mengandung logam berat tersebut memiliki nilai suseptibilitas yang tinggi di dibandingkan sedimen yang tidak mengandung logam berat (Putri, 2021).

3. METODE PENELITIAN (*METHODS*)

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan November 2022 yang berlokasi di Kecamatan Molawe Kabupaten Konawe Utara. Lokasi penelitian dibagi atas 3 zona yaitu zona A yang berada disekitar daerah pertambangan nikel dengan jumlah 5 stasiun pengambilan sampel, zona B terletak di pesisir Teluk Lasolo dan zona C terletak dipemukiman dengan jumlah masing-masing terdiri atas 4 stasiun yang dapat dilihat pada **Gambar 1**.

Pengambilan sampel dilakukan pada 13 tempat yang berbeda yang telah diketahui nilai suseptibilitas magnetik sebelumnya (Ahmad, 2023). Berdasarkan pengujian sampel sedimen yang dilakukan di PT. Geo Gea Laboratory, Kecamatan Kambu, Kota Kendari terhadap 13 sampel bertujuan untuk mengetahui konsentrasi logam berat pada setiap sampel sedimen. Pengukuran jenis dan konsentrasi logam berat pada sampel yang akan dianalisis dalam bentuk *pressed powder* untuk menentukan kandungan unsur logam berat dengan menggunakan *X-Ray Fluorescence (XRF) spectrometer (PANanalytical type Epsilon 4)*. Data yang terukur berupa intensitas (*I*) dan energi unsur yang kemudian dikonversi dalam bentuk angka sehingga data yang dihasilkan berupa persentase unsur mineral kemudian diubah

dalam bentuk ppm (*part per million*) dengan mengalihkan nilai persen kali sepuluh ribu.

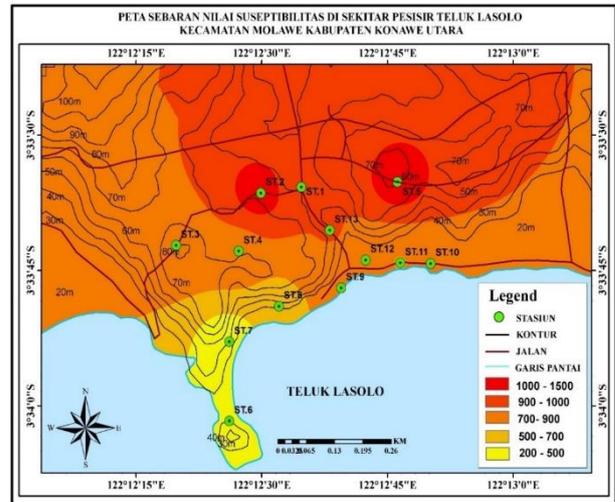


Gambar 1 Peta Lokasi tempat pengambilan sampel

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi topografi daerah Kabupaten Konawe Utara pada umumnya memiliki permukaan yang bergunung bergelombang dan berbukit-bukit yang mengelilingi dataran rendah (BPS, 2022). Kabupaten Konawe Utara merupakan salah satu wilayah yang memiliki cadangan sumber daya mineral berupa nikel yang cukup besar. Hal inilah yang menjadikan Kabupaten Konawe Utara sebagai daerah dengan perusahaan nikel terbanyak di Sulawesi Tenggara, berdasarkan data BPS Sulawesi Tenggara tahun 2021 jumlah Izin Usaha Pertambangan (IUP) yang telah dikerjakan kurang lebih 50 perusahaan tambang. Khususnya di Kecamatan Molawe berbagai aktivitas pertambangan nikel yang dilakukan di sekitar Teluk Lasolo. Beberapa perusahaan telah melakukan eksplorasi di daerah tersebut sehingga sebagian besar wilayah perairan Teluk Lasolo telah dikelilingi

oleh lahan-lahan yang tandus bekas galian industri pertambangan (Irawati, 2023).



Gambar 2 Peta Sebaran Nilai Suseptibilitas Magnetik (Ahmad, 2023)

Berdasarkan **Gambar 2** menunjukkan nilai suseptibilitas magnetik yang bervariasi dengan rentang $187,1 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$ sampai $1602,4 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$ (Ahmad, 2023) diduga dipengaruhi kondisi topografinya. Perbedaan variasi nilai suseptibilitas magnetik tersebut berkaitan dengan proses sedimentasi yang berbeda. Sebaliknya variasi nilai suseptibilitas magnetik yang cenderung sama pada sampel sedimen mengindikasikan zona sedimentasi yang sama (Yuliana, 2020). Untuk itu dilakukan pengukuran nilai suseptibilitas magnetik terlebih dahulu yang dilakukan oleh penelitian sebelumnya (Ahmad, 2023) sebagai petunjuk adanya logam berat. Alat yang digunakan untuk mengetahui konsentrasi logam berat yang terdapat dalam sedimen menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF).

4.1. Konsentrasi Logam Berat Pada Sedimen

Konsentrasi logam berat pada setiap stasiun berbeda-beda yang terkandung dalam sampel sedimen terdiri dari Ni, Fe, Co, Cu dan Zn. Data

hasil pengujian laboratorium untuk masing-masing parameter logam berat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil pengukuran konsentrasi logam berat

Kode Sampel (Stasiun)	χ_{LF} ($10^{-8}\text{m}^3/\text{kg}$)	Nilai Konsentrasi Logam (ppm)					Zonasi	
		Ni	Fe	Co	Cu	Zn		
ST1	1138,9	11600	238500	700	100	100	Pertambangan (A)	
ST2	1602,4	12200	451900	1300	100	200		
ST3	887,2	12800	289400	900	100	200		
ST4	888,5	12800	308500	900	100	200		
ST5	1594,3	11400	446500	1300	100	200		
Nilai Max	1602,4	12800	451900	1300	100	200		
Nilai Min	887,2	11400	238500	700	100	100		
Rata-rata	1222,3	12160	346960	1020	100	180		
ST6	187,1	2700	85800	200	100	200		Pesisir (B)
ST7	223,7	5600	219700	500	100	200		
ST8	508,5	9800	255600	700	100	100		
ST9	955,6	11400	429600	1300	100	300		
Nilai Max	955,6	11400	429600	1300	100	300		
Nilai Min	187,1	2700	85800	200	100	100		
Rata-rata	468,7	7375	247675	675	100	200		
ST10	920,5	12400	301100	900	100	100	Pemukiman (C)	
ST11	718,6	13800	239700	700	100	100		
ST12	817,1	11400	266500	700	100	100		
ST13	1046	11100	295400	900	100	200		
Nilai Max	1046	13800	301100	900	100	200		
Nilai Min	718,6	11100	239700	700	100	100		
Rata-rata	875,6	12175	275675	800	100	125		
Ambang Batas		21 ^(a)	20 ^(c)	50,57 ^(b)	108 ^(d)	271 ^(d)		

Keterangan: (a) ANZECC interm Sediment Quality Guidelines (ISQG) (2000) (b) National Sediment Quality Survey US EPA (2004) (c) Sediment Quality Guideline Values for Metal and Associated Level of Concern to be used in Doing Assessments of Sediment Quality (2003) (d) KMNLH (2010)

Berdasarkan hasil pengukuran di laboratorium diperoleh nilai konsentrasi unsur logam berat pada permukaan tanah di Desa Tapuemea Kecamatan Molawe Kabupaten Konawe Utara. Berdasarkan 13 titik pengambilan sampel di daerah penelitian pada zona pertambangan (A) tepatnya di ruas jalan yang dekat dengan aktivitas pertambangan terdapat 5 stasiun yang memiliki nilai suseptibilitas magnetik berdasarkan data hasil pengukuran penelitian sebelumnya menggunakan *Magnetic Suseptibilitymeter* dengan rentang nilai $887 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$ - $1602,4 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$ (Ahmad, 2023) dengan unsur logam berat di antaranya adalah nikel (Ni) dimana nilai konsentrasi logam berat nikel (Ni) yang didapatkan dilokasi penelitian relatif tinggi dengan rentang 11400 sampai 12800 ppm dengan rata-rata 12160 ppm dan telah melebihi nilai ambang batasnya yaitu 21 ppm dan konsentrasi tertinggi adalah 12800 ppm pada stasiun 3 dan stasiun 4. Konsentrasi untuk besi (Fe) yang memiliki nilai konsentrasi dengan rentang 238500 sampai 451900 ppm dengan rata-rata yang 346960 ppm yang relatif jauh lebih tinggi dibandingkan dengan nilai ambang batasnya dimana Fe mempunyai nilai ambang batas 20 ppm dan nilai konsentrasi tertinggi adalah 451900 ppm pada stasiun 5. Selanjutnya kobalt (Co) yang memiliki nilai konsentrasi dengan rentang 700 sampai 1300 ppm dengan rata-rata 1020 ppm yang relatif tinggi dibandingkan nilai ambang batasnya yaitu 50,57 ppm dan nilai konsentrasi

tertinggi adalah 1300 ppm pada stasiun 2 dan 5. Selanjutnya untuk logam tembaga (Cu) mulai stasiun 1 sampai stasiun 5 memiliki nilai konsentrasi yang sama yaitu 100 ppm. Jika dibandingkan dengan ambang batasnya logam Cu dalam sedimen, maka konsentrasi logam berat Cu tidak melebihi nilai ambang batas yaitu 108 ppm. Kemudian logam zink (Zn) yang memiliki nilai konsentrasi dengan rentang 100 sampai 200 ppm dengan rata-rata 180 ppm dan nilai konsentrasi tertinggi adalah 200 ppm pada beberapa stasiun yaitu stasiun 2, 3, 4 dan 5 dimana logam Zn tidak melebihi nilai ambang batasnya yaitu 271 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa tingginya konsentrasi logam-logam tersebut disebabkan karena sepanjang lokasi penelitian tersebut merupakan daerah penambangan nikel dikonfirmasi dari jenis logam berat yang terukur seperti Ni, Fe, Co dengan persentasi yang tinggi merupakan unsur-insur mineral yang dijumpai melimpah dalam tanah laterit (Yuliana, 2020).

Nilai konsentrasi pada zona pesisir (B) yang terdiri dari 4 stasiun yang memiliki nilai suseptibilitas magnetik dengan rentang nilai $187,1 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$ sampai $955,6 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$ (Ahmad, 2023) dengan beberapa unsur logam berat diantaranya adalah nikel (Ni) yang memiliki nilai konsentrasi dengan rentang 2700 sampai 11400 ppm dengan rata-rata 7375 ppm dan telah melebihi nilai ambang batasnya dan nilai konsentrasi tertinggi adalah 11400 ppm pada stasiun 9. Untuk besi (Fe) yang memiliki nilai konsentrasi dengan

rentang 85800 sampai 429600 ppm dengan rata-rata 247675 ppm dan jauh melebihi nilai ambang batasnya dan konsentrasi tertinggi adalah 429600 ppm pada stasiun 9. Selanjutnya kobalt (Co) yang memiliki nilai konsentrasi dengan rentang 200 sampai 1300 ppm dengan rata-rata 675 ppm dan telah melebihi nilai ambang batasnya yaitu 50,57 ppm dan nilai konsentrasi tertinggi adalah 1300 ppm yaitu pada stasiun 9. Kemudian untuk logam tembaga (Cu) memiliki nilai konsentrasi yang sama dengan zona pertambangan dimana pada stasiun 6 sampai stasiun 9 yaitu bernilai 100 ppm dan dikategorikan tidak melebihi ambang batasnya. Kemudian untuk logam zink (Zn) yang memiliki nilai konsentrasi dengan rentang 100 sampai 300 ppm dengan rata-rata 200 ppm dengan nilai konsentrasi tertinggi adalah 300 ppm pada stasiun 9. Hal ini menunjukkan bahwa nilai konsentrasi pada zona (B) cenderung menurun dibandingkan dengan zona (A) diduga unsur-unsur berasosiasi dengan unsur lain yang mengakibatkan nilai konsentrasinya rendah serta hal tersebut juga dipengaruhi oleh faktor oseanografi yang mengalami sedimen ke laut. Lain halnya pada stasiun 9 memiliki nilai konsentrasi cukup tinggi dibandingkan stasiun yang lain disebabkan karena berada dekat dengan jetty tempat penumpukan ore nikel dan aktivitas penduduk yang memanfaatkan laut sebagai saluran pembuangan limbah.

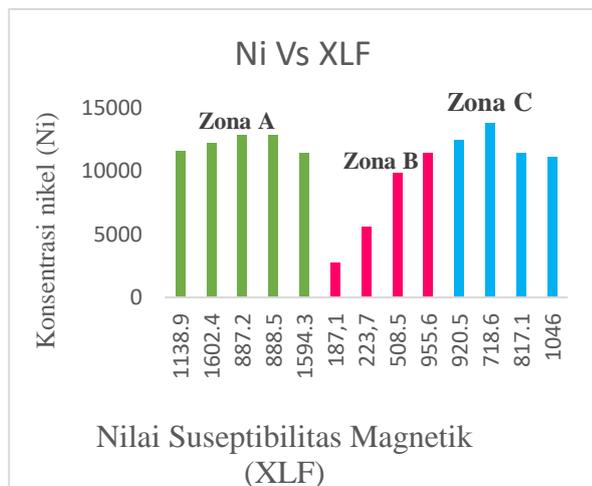
Nilai konsentrasi pada zona pemukiman (C) tepatnya di ruas jalan dekat dengan aktivitas masyarakat yang memiliki nilai suseptibilitas magnetik dengan rentang 718,6

$\times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$ sampai $1046 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$ (Ahmad, 2023) terletak pada kawasan pemukiman ini terdapat 4 stasiun dengan unsur logam berat yang berbeda pula diantaranya adalah nikel (Ni) yang memiliki nilai konsentrasi yang relatif sangat tinggi pula dengan rentang 11400 sampai 13800 ppm dengan rata-rata 12175 ppm dan telah melebihi nilai ambang batasnya yaitu 21 ppm unsur Ni yang paling tinggi. Untuk besi (Fe) yang memiliki nilai konsentrasi dengan rentang 239700 sampai 301100 ppm dengan rata-rata 275675 ppm dan relatif jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai ambang batasnya yaitu 20 ppm. Konsentrasi logam berat Fe tertinggi adalah 301100 pada stasiun 10 tepatnya pada kode sampel ST10. Selanjutnya kobalt (Co) yang memiliki nilai konsentrasi dengan rentang 700 sampai 900 ppm dengan rata-rata 800 ppm dan telah melewati nilai ambang batas yang ditetapkan dan nilai konsentrasi tertinggi 900 ppm pada stasiun 10 dan stasiun 13. Sama halnya dengan zona pertambangan dan zona pesisir, pada zona pemukiman nilai konsentrasi logam tembaga (Cu) dari stasiun 10 sampai stasiun 13 memiliki nilai konsentrasi yang sama yaitu 100 ppm dan dikatakan tidak melebihi nilai ambang batasnya. Kemudian untuk logam zink (Zn) yang memiliki nilai konsentrasi dengan rentang 100 sampai 200 ppm dengan rata-rata 125 ppm dan tidak melebihi nilai ambang batasnya dan nilai konsentrasi tertinggi yaitu 200 ppm pada stasiun 13. Hal ini menunjukkan bahwa nilai konsentrasi pada unsur logam berat di ruas jalan Desa Tapuemea Kecamatan Molawe Kabupaten Konawe Utara tergolong tinggi

disebabkan karena sepanjang lokasi penelitian merupakan daerah reklamasi dan diduga dipengaruhi oleh keberadaan logam berat yang dihasilkan oleh aktivitas emisi kendaraan dan banyaknya aktivitas limbah manusia.

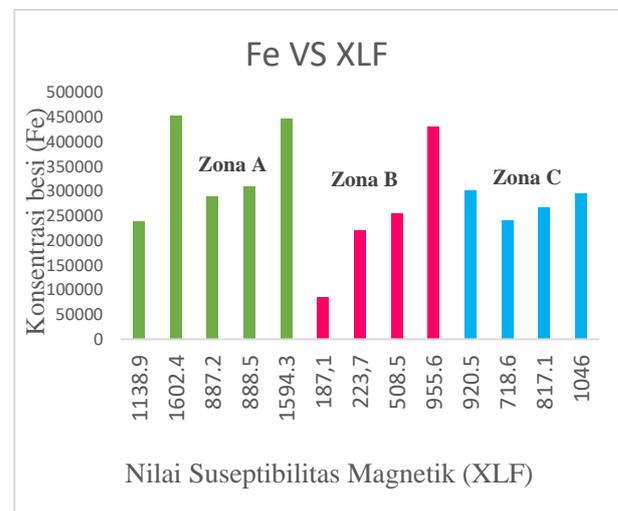
4.2. Hubungan Antara Nilai Suseptibilitas Magnetik dan Konsentrasi Logam Berat

Berdasarkan data hasil pengukuran nilai suseptibilitas magnetik dari penelitian sebelumnya (Ahmad, 2023) dengan menggunakan *Magnetic Suseptibilitymeter* didapatkan nilai suseptibilitas magnetik yang bervariasi yang berkisar dengan rentan $187,1 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$ sampai $1602,4 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$. Grafik hubungan antara nilai suseptibilitas magnetik (Gambar 2) terhadap konsentrasi logam berat Ni, Fe, Co, Cu dan Zn pada 13 sampel uji dapat dilihat pada (Tabel 1). Berdasarkan hasil yang didapatkan bahwa sebagian besar sampel sedimen yang diambil pada daerah penelitian mengandung logam berat yang telah melebihi ambang batas kecuali untuk logam berat Cu dan Zn.



Gambar 3 Grafik hubungan konsentrasi logam berat Ni terhadap nilai suseptibilitas magnetik masing-masing sampel

Berdasarkan grafik konsentrasi logam berat Ni **Gambar 3** didapatkan pada sedimen berkisar antara 2700 sampai 13800 ppm. Konsentrasi logam berat tertinggi terdapat pada stasiun 11 tepatnya di zona C yaitu 13800 ppm dengan nilai suseptibilitas magnetik $718,6 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$. Tinggi rendahnya nilai suseptibilitas magnetik tidak hanya dipengaruhi oleh komposisi unsur Ni saja, tetapi juga dipengaruhi oleh unsur lain yang terkandung pada sampel topsoil. Unsur lain tersebut yang dominan adalah Fe dan Co.



Gambar 4 Grafik hubungan konsentrasi logam berat Fe terhadap nilai suseptibilitas magnetik masing-masing sampel

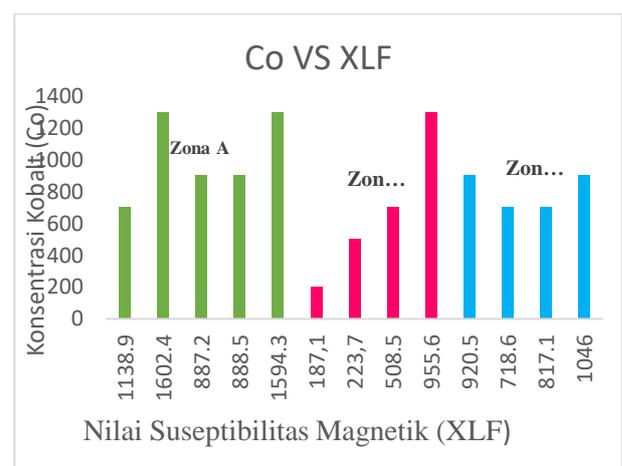
Keterdapatannya logam Ni disebabkan oleh kondisi geologi di daerah penelitian yang berada pada Kompleks Ofiolit yang didominasi oleh batuan ultramafik yang tersusun oleh jenis batuan peridotit, harzburgit, dunit, gabro, dan serpentinite. Batuan ultramafik adalah merupakan Kompleks Ofiolit yang terangkat pada saat pembentukan orogenesis di Sulawesi Tenggara (Surono, 2013). Selain itu diduga pula akibat adanya timbunan tanah yang dilakukan oleh

masyarakat sekitar sehingga dapat menyumbang kadar kandungan nikel. Dugaan yang lain juga disebabkan karena lokasi pertambangan dekat dengan kegiatan pemukiman penduduk yang topografinya lebih rendah yang menyebabkan daerah tersebut rentan untuk terkontaminasi aliran limbah sedimen yang tererosi.

Berdasarkan grafik konsentrasi logam berat Besi (Fe) **Gambar 4** yang didapatkan pada sedimen berkisar antara 85800 sampai 451900 ppm. Konsentrasi logam Besi (Fe) tertinggi terdapat pada stasiun 2 tepatnya di zona A yaitu 451900 ppm dengan nilai suseptibilitas magnetik $1602,4 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$ (Ahmad, 2023). Tampak bahwa unsur Fe memiliki konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan logam berat Ni dan Co. Tingginya konsentrasi logam berat besi (Fe) pada zona A diduga akibat aktivitas pertambangan yang berada di sekitar daerah penelitian. Nilai ini menunjukkan hubungan yang kuat antara nilai suseptibilitas magnetik dengan kandungan logam berat. Semakin besar nilai suseptibilitas magnetik maka semakin besar pula jumlah kandungan logam berat yang terdapat pada sampel. Besi (Fe) termasuk logam yang bersifat ferromagnetik dengan nilai suseptibilitas magnetik paling tinggi (Dearing, 1999). Sebagaimana penelitian (Tiwow dkk., 2022) yang mengemukakan bahwa Fe adalah elemen ferromagnetik yang sangat mempengaruhi nilai suseptibilitas magnetik dalam sampel sedimen. Peningkatan konsentrasi unsur Fe menyebabkan peningkatan konsentrasi mineral magnetik dan berdampak pada peningkatan nilai suseptibilitas magnetik.

Unsur besi (Fe) adalah unsur yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena sifatnya yang kuat. Namun, Fe juga dapat mencemari lingkungan baik secara alamiah maupun non alamiah yang nantinya akan mengendap didasar menjadi sedimen. Sedimen yang mengandung logam berat tersebut memiliki nilai suseptibilitas magnetik yang tinggi dibandingkan dengan sedimen yang tidak mengandung logam berat (Putri, 2021).

Berdasarkan grafik konsentrasi logam berat kobalt yang ditunjukkan pada **Gambar 5** diperoleh konsentrasi Co berkisar antara 200-1300 ppm. Konsentrasi logam kobalt (Co) tertinggi terdapat pada stasiun 2, 5, 9 yaitu 1300 ppm dengan nilai suseptibilitas magnetik masing-masing $1602,4 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$, $1549,3 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$ dan $955,6 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$ (Ahmad, 2023). Tingginya konsentrasi logam Co keberadaan logam berat Co yang dihasilkan oleh aktivitas emisi kendaraan dan banyaknya aktivitas limbah manusia.



Gambar 5 Grafik hubungan konsentrasi logam berat Co terhadap nilai suseptibilitas magnetik masing-masing sampel

4.3. Analisis Penilaian Kualitas Sedimen

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi logam berat pada sedimen di lokasi penelitian digunakan untuk menganalisis tingkat pencemaran logam berat dengan menggunakan faktor kontaminasi/ *Contamination Factor* (CF), Indeks Beban Pencemaran/ *Pollution Load Index* (PLI) dan indeks geoakumulasi. Hasil perhitungan nilai CF dan PLI berupa logam berat nikel (Ni), besi (Fe), dan kobalt (Co) disajikan pada Tabel 2 dari tabel tersebut dapat dilihat nilai faktor

kontaminasi dan indeks beban pencemaran Ni, Fe, dan Co dilokasi penelitian

Berdasarkan nilai rata-rata faktor kontaminasi (CF) dan Indeks Beban Pencemaran (PLI) terlihat pada Tabel untuk zona pertambangan, zona pesisir dan zona pemukiman menunjukkan bahwa lokasi pengambilan sampel telah tercemar oleh logam berat Ni, Fe dan Co. Faktor kontaminasi (CF) untuk logam berat Ni lebih tinggi dibandingkan dengan logam berat Fe dan Co dikarenakan lokasi pengambilan sampel merupakan daerah pertambangan Nikel..

Tabel 2 Nilai faktor kontaminasi dan PLI

Stasiun	Perhitungan Faktor Kontaminasi (CF)			PLI	Zonasi	
	Ni	Fe	Co			
ST1	170,588	5,052	36,842	31,665	Pertambangan (A)	
ST2	179,411	9,574	68,421	48,982		
ST3	188,235	6,131	47,368	37,952		
ST4	188,235	6,536	47,368	38,770		
ST5	167,647	9,459	68,421	47,695		
Nilai Max	188,235	9,574	68,421	48,982		
Nilai Min	167,647	5,052	36,842	31,665		
Rata-rata	178,823	7,350	53,684	41,013		
ST6	39,7	1,817	10,526	9,122		Pesisir (B)
ST7	82,352	4,654	26,315	21,605		
ST8	144,117	5,415	36,842	30,635		
ST9	167,647	9,101	68,421	47,085		
Nilai Max	167,647	9,101	68,421	47,085		
Nilai Min	39,7	1,817	10,526	9,122		
Rata-rata	108,454	5,246	35,526	27,241		
ST10	182,352	6,379	47,368	38,052	Pemukiman	

Stasiun	Perhitungan Faktor Kontaminasi (CF)			PLI	Zonasi
	Ni	Fe	Co		
ST11	202,941	5,078	36,842	33,610	(C)
ST12	167,647	5,646	36,842	32,670	
ST13	163,235	6,258	47,368	36,439	
Nilai Max	202,941	6,379	47,368	38,052	
Nilai Min	163,235	5,078	36,842	32,670	
Rata-rata	179,043	5,840	42,105	35,193	

Tabel 3 Nilai indeks geoakumulasi (I-Geo)

Unsur Logam Berat	Zonasi	Nilai I-Geo	Tingkat Pencemaran
Ni	Pertambangan (A)	6,895	Tercemar sangat luar biasa parah
	Pesisir (B)	5,973	Tercemar sangat luar biasa parah
	Pemukiman (C)	6,893	Tercemar sangat luar biasa parah
Fe	Pertambangan (A)	2,247	Tercemar cukup parah
	Pesisir (B)	1,590	Tercemar sedang
	Pemukiman (C)	1,954	Tercemar sedang
Co	Pertambangan (A)	5,12	Tercemar sangat luar biasa parah
	Pesisir (B)	4,267	Tercemar berat hingga luar biasa parah
	Pemukiman (C)	4,799	Tercemar berat hingga luar biasa parah

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan nilai hasil analisis indeks geoakumulasi pada masing-masing zona untuk logam berat Ni termasuk dalam tingkat pencemaran sangat luar biasa parah. Logam berat Fe termasuk dalam tingkat pencemaran sedang sampai cukup parah, serta untuk logam berat Co

termasuk dalam tingkat pencemaran berat sampai sangat luar biasa parah.

5. KESIMPULAN

1. Konsentrasi logam Ni, Fe, Co, Cu dan Zn pada sedimen di pesisir Teluk Lasolo dan sekitarnya, yaitu untuk zona A (pertambangan) dengan logam Ni berkisar 11400 – 12800 ppm, logam Fe berkisar

238500 – 446500 ppm, logam Co berkisar 700 - 1300 ppm, logam Cu berkisar 100, dan logam Zn berkisar 100 – 200 ppm. Selanjutnya zona B (pemukiman) dengan logam Ni berkisar 2700 – 11400 ppm, logam Fe berkisar 85800 – 429600 ppm, logam Co berkisar 200 - 1300 ppm, logam Cu berkisar 100, dan logam Zn berkisar antara 100 – 300 ppm dan untuk zona C (pesisir) dengan logam Ni berkisar 11100 – 13800 ppm, logam Fe berkisar 239700 – 301100 ppm, logam Co berkisar 700 - 900 ppm, logam Cu berkisar 100, dan logam Zn berkisar 100 – 200 ppm.

2. Kualitas sedimen berdasarkan nilai Indeks Beban Pencemaran (PLI) termasuk dalam kategori telah tercemar dengan nilai indeks geoakumulasi yang menunjukkan bahwa telah terjadi pencemaran dengan kategori dari tercemar sedang sampai sangat luar biasa parah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini. Penulis telah berupaya dengan semaksimal mungkin dalam penyelesaian penelitian ini. Namun penulis menyadari masih banyak terdapat kesalahan untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangaun dari pembaca untuk jurnal ini. Akhir kata penulis mengucapkan terimah kasih semoga penelitian ini bagi kita semua khususnya pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, R., dan Husaini. 2017. *Logam Berat Sekitar Manusia*. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press.
- Ahmad, D.L. 2023. Pemetaan Nilai Suseptibilitas Magnetik Sedimen Sebagai Indikator Keberadaan Polutan Logam Berat Di Pesisir Teluk Lasolo. *Skripsi*. Kendari: Universitas Halu Oleo.
- Ahmad, Fasmi. 2013. Distribusi dan prediksi tingkat pencemaran logam berat (Pb, Cd, Cu, Zn Dan Ni) dalam sedimen di perairan Pulau Bangka menggunakan indeks beban pencemaran dan indeks geoakumulasi. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*. 5 (1) : 170–81.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Konawe Utara 2021. Kecamatan Molawe dalam Angka 2021.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Konawe Utara 2022. Kecamatan Molawe dalam Angka 2022.
- Dearing, J., 1990. *Environmental Magnetic Suseptibility Using the Bartington MS2 System*. Chi Publishing, England.
- Irawati. 2023. Analisis Sebaran konsentrasi Sedimen Tersuspensi Dan Pengaruhnya Terhadap Kelimpahan Fitoplankton Di Perairan Teluk Lasolo Kabupaten Konawe Utara. *Disertasi*. Kendari: Universitas Halu Oleo
- Putri, R. 2021. Identifikasi Pencemaran Logam Berat Pada Sedimen Sungai Batang Arau Kota Padang Berdasarkan Nilai Suseptibilitas Magnetik. *Jurnal Fisika Unand (JFU)*. Padang: Universitas Andalas.
- Tiwow, V., Rampe, J. M., & Sulistiawaty. 2022. Suseptibilitas Magnetik dan

Konsentrasi Logam Berat Sedimen Sungai Tallo di Makassar. *Jurnal Ilmiah Sains*. 22(1), 60-66

Kabupaten Konawe Utara. *Jurnal Rekayasa Geofisika Indonesia*, 02(01),38–44

Yuliana, Y., Irawati, I., & Jahidin, J. 2021. Konsentrasi Logam Berat pada Sedimen Menggunakan Metode Suseptibilitas Magnetik di Sekitar Pesisir Teluk Lasolo