

Analisis Logam Berat pada Sedimen Menggunakan Metode Suseptibilitas Magnetik di Perairan Pantai Batu Gong Kabupaten Konawe Provinsi Sulawesi Tenggara

Heavy Metal Analysis in Sediments Using Magnetic Susceptibility Method in the Coastal Waters of Batu Gong, Konawe Regency, Southeast Sulawesi Province

Irawati^{1*}, Erzam S. Hasan², Yuningsi²

¹Program Studi Oseanografi, Universitas Halu Oleo (UHO), Kota Kendari, Indonesia

²Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Halu Oleo (UHO), Kota Kendari, Indonesia

Article history:

Received: 26 September 2024

Accepted: 21 July 2025

Keywords:

Magnetic Susceptibility, X-ray Fluorescence, Heavy Metals, Geoaccumulation Indeks.

*Correspondent author:

irawatijumaidin@gmail.com

Abstrak. Penelitian telah dilakukan di Pantai Batu Gong, Kabupaten Konawe, Provinsi Sulawesi Tenggara dengan tujuan untuk: (1) menentukan kandungan logam berat melalui metode suseptibilitas magnetik, (2) mengukur konsentrasi logam berat menggunakan X-ray Fluorescence (XRF), dan (3) menilai kualitas sedimen berdasarkan indeks pencemaran. Hasil pengukuran suseptibilitas magnetik menunjukkan bahwa nilai di kawasan pesisir berkisar antara $4,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ hingga $15,1 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$, sedangkan di kawasan perairan berkisar antara $3 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ hingga $11,8 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$. Konsentrasi logam berat yang terdeteksi meliputi nikel (Ni) < 100 ppm, besi (Fe) 43.475 ppm, kobalt (Co) 200 ppm, dan seng (Zn) < 100 ppm. Berdasarkan analisis Indeks Beban Pencemaran (PLI), sedimen tergolong tercemar. Indeks Geoakumulasi menunjukkan bahwa Ni dan Fe berada dalam kategori tidak tercemar, sedangkan Co tergolong tercemar sedang.

Abstract. This study was conducted in the coastal area of Batu Gong, Konawe Regency, Southeast Sulawesi Province, aiming to: (1) determine heavy metal content using magnetic susceptibility, (2) assess heavy metal concentration through X-ray Fluorescence (XRF), and (3) evaluate sediment quality using pollution indices. Magnetic susceptibility values ranged from $4.5 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ to $15.1 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ in coastal areas, and from $3 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ to $11.8 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ in marine areas. The XRF analysis detected heavy metals including nickel (Ni) < 100 ppm, iron (Fe) 43,475

ppm, cobalt (Co) 200 ppm, and zinc (Zn) < 100 ppm. Based on the Pollution Load Index (PLI), sediments were categorized as polluted. The Geoaccumulation Index indicated that Ni and Fe were unpolluted, while Co was classified as moderately polluted.

© 2025 JRG I (Jurnal Rekayasa Geofisika Indonesia)

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki lebih dari 17.000 pulau dan garis pantai terpanjang kedua setelah Kanada. Letak geografis yang strategis memberikan keanekaragaman hayati laut dan sumber daya pesisir yang melimpah. Potensi tersebut menjadi modal utama dalam pengembangan sektor ekonomi biru, termasuk pariwisata, perikanan, dan pertambangan. Namun, intensitas pemanfaatan wilayah pesisir tanpa pengelolaan yang berkelanjutan dapat menimbulkan permasalahan lingkungan seperti pencemaran perairan, degradasi habitat, dan sedimentasi (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2020).

Pantai Batu Gong yang terletak di Desa Batu Gong dan Desa Tombawatu, Kabupaten Konawe, merupakan salah satu kawasan pesisir yang berkembang sebagai destinasi wisata bahari. Daya tarik utama kawasan ini adalah bentang alam pesisir dan aksesibilitasnya yang mudah dijangkau dari Kota Kendari. Perkembangan kawasan wisata ini mendorong peningkatan aktivitas masyarakat di sekitar pantai, seperti pembangunan pemukiman, usaha kuliner, dan transportasi laut. Namun, peningkatan aktivitas tersebut juga berkontribusi terhadap penurunan kualitas lingkungan, terutama akibat kurangnya

pengelolaan sampah dan limbah domestik (Asmita et al., 2022).

Selain aktivitas pariwisata, wilayah perairan Pantai Batu Gong juga dipengaruhi oleh aliran Sungai Konawe yang bermuara di kawasan ini. Sungai ini membawa material sedimen dari daratan, terutama saat musim hujan, yang kemudian terakumulasi di dasar laut. Sedimen tersebut dapat menjadi media transportasi bagi berbagai polutan, termasuk logam berat yang berasal dari aktivitas manusia seperti pertanian, industri rumah tangga, dan pertambangan (Kusmiati et al., 2020).

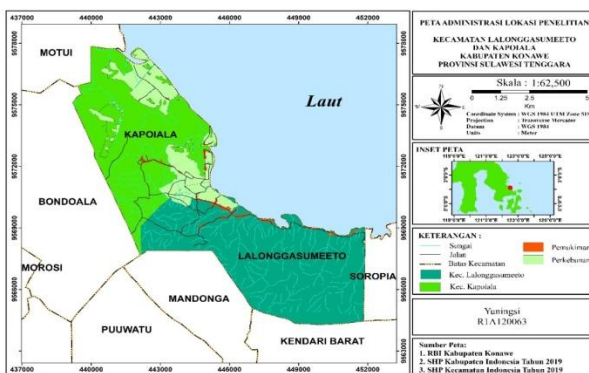
Logam berat yang terakumulasi dalam sedimen laut memiliki dampak yang signifikan terhadap ekosistem perairan. Unsur seperti nikel (Ni), besi (Fe), kobalt (Co), dan seng (Zn) dalam konsentrasi tinggi dapat bersifat toksik bagi organisme laut dan berpotensi masuk ke rantai makanan melalui proses bioakumulasi. Logam berat juga dapat mengganggu proses fisiologis biota dan menyebabkan perubahan struktur komunitas organisme bentik (Hananingtyas, 2017).

Aktivitas pertambangan nikel di daerah sekitar juga turut memperparah kondisi lingkungan pesisir. Proses eksplorasi dan eksploitasi nikel menghasilkan limbah padat dan cair yang dapat terbawa ke perairan, meningkatkan kandungan logam berat dalam sedimen. Selain itu, gangguan fisik seperti

erosi, sedimentasi, dan peningkatan kekeruhan juga menjadi ancaman terhadap kelestarian ekosistem laut (Yuliana et al., 2021). Oleh karena itu, penting untuk dilakukan studi yang dapat mengevaluasi kualitas sedimen sebagai indikator pencemaran logam berat di wilayah ini.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan geografis daerah penelitian



Gambar 1. Peta administrasi daerah penelitian

Kabupaten Konawe secara astronomis terletak antara $121^{\circ}20'00''$ hingga $122^{\circ}40'00''$ Bujur Timur dan $02^{\circ}42'00''$ hingga $04^{\circ}08'00''$ Lintang Selatan. Kabupaten ini berada di Provinsi Sulawesi Tenggara dengan luas wilayah sekitar $5.858,33 \text{ km}^2$. Secara administratif, batas-batas wilayah Kabupaten Konawe meliputi: sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Morowali (Sulawesi Tengah) dan Kabupaten Luwu Timur (Sulawesi Selatan), sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Konawe Utara, Kota Kendari, Konawe Kepulauan, dan Laut Banda, sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Kolaka, Kolaka Utara, dan Kolaka Timur, serta sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Konawe Selatan (BPS Kabupaten Konawe, 2020). Kawasan ini memiliki keragaman geomorfologi

dan berada dalam jalur aliran Sungai Konawe, sehingga menjadikannya rentan terhadap akumulasi sedimen dan bahan pencemar dari aktivitas hulu (Yuliana et al., 2021).

Lokasi penelitian secara spesifik berada di Kecamatan Lalonggasumeeeto dan Kapoiala, Kabupaten Konawe. Berdasarkan peta administrasi yang ditampilkan, kawasan penelitian meliputi area pesisir yang langsung berhadapan dengan laut, serta mencakup zona pemukiman, pertanian, dan perkebunan. Peta juga menunjukkan keberadaan jaringan sungai yang bermuara ke laut, salah satunya adalah Sungai Konawe yang berperan sebagai kontributor utama sedimen dan polutan ke wilayah perairan (Kusmiati et al., 2020).

Wilayah Kapoiala mendominasi bagian utara lokasi penelitian, sedangkan Lalonggasumeeeto mencakup bagian selatan hingga ke perbatasan Kota Kendari. Akses ke kawasan ini relatif mudah, sehingga aktivitas manusia termasuk pariwisata, transportasi, dan kegiatan rumah tangga cukup intensif dan berpotensi memengaruhi kualitas lingkungan pesisir.

2.2. Logam Berat

Logam berat merupakan elemen kimia yang bersifat toksik bila terakumulasi melebihi ambang batas tertentu di dalam tubuh makhluk hidup. Unsur logam berat seperti nikel (Ni), besi (Fe), kobalt (Co), dan seng (Zn) memiliki potensi bioakumulasi, yaitu peningkatan konsentrasi dalam jaringan organisme seiring naiknya posisi dalam rantai makanan. Akumulasi ini berdampak pada kesehatan biota dan manusia sebagai

konsumen akhir. Logam berat dapat mengganggu fungsi fisiologis, menghambat penyerapan nutrisi, dan menimbulkan kerusakan jaringan pada organisme (Hananingtyas, 2017). Oleh karena itu, logam berat dalam sedimen menjadi indikator penting dalam evaluasi kualitas lingkungan perairan.

Nikel (Ni), besi (Fe), kobalt (Co), dan seng (Zn) merupakan logam berat yang sering ditemukan di wilayah pesisir dan dapat berdampak negatif terhadap ekosistem perairan. Nikel dapat mengganggu sistem enzimatik dan reproduksi organisme laut, serta masuk ke jaringan biota melalui insang. Besi dalam kadar tinggi menyebabkan kekeruhan air dan penurunan oksigen terlarut, yang berdampak pada habitat organisme bentik. Kobalt dapat bersifat toksik bagi fungsi hati dan ginjal biota air serta menyebabkan stres oksidatif. Sementara itu, seng dalam konsentrasi berlebih dapat merusak sel mikroorganisme dan menurunkan produktivitas primer, yang pada akhirnya memengaruhi rantai makanan di perairan (Aziza et al., 2023; Kusmiati et al., 2020; Yuliana et al., 2021; Hananingtyas, 2017).

Dengan demikian, kehadiran logam-logam berat tersebut dalam lingkungan perairan harus dipantau secara berkala karena berpotensi menimbulkan dampak ekologis jangka panjang terhadap ekosistem laut dan kehidupan masyarakat pesisir yang menggantungkan hidupnya dari sumber daya perairan.

2.3. Metode Suseptibilitas Magnetik

Metode suseptibilitas magnetik digunakan untuk mengukur respon suatu bahan terhadap medan magnet eksternal. Respon ini direpresentasikan dalam parameter suseptibilitas magnetik (χ), yang menunjukkan seberapa besar material dapat termagnetisasi dalam keberadaan medan magnet. Secara matematis, suseptibilitas magnetik didefinisikan sebagai:

$$\chi = \frac{M}{H} \quad (1)$$

Di mana:

χ = suseptibilitas magnetik

M = magnetisasi bahan

H = intensitas medan magnet.

Nilai suseptibilitas magnetik sangat bergantung pada kandungan mineral feromagnetik, antiferomagnetik, dan paramagnetik dalam sedimen, seperti magnetit dan hematit. Oleh karena itu, metode ini dapat digunakan untuk mendeteksi dan memetakan distribusi pencemar yang berasosiasi dengan partikel magnetik, termasuk logam berat seperti Ni, Fe, dan Co. Dalam studi geofisika lingkungan, suseptibilitas magnetik telah terbukti efektif dalam menggambarkan sebaran polusi terutama pada sedimen permukaan yang menjadi media utama akumulasi logam berat hasil aktivitas antropogenik (Oldfield & Crowther, 2007; Evans & Heller, 2003).

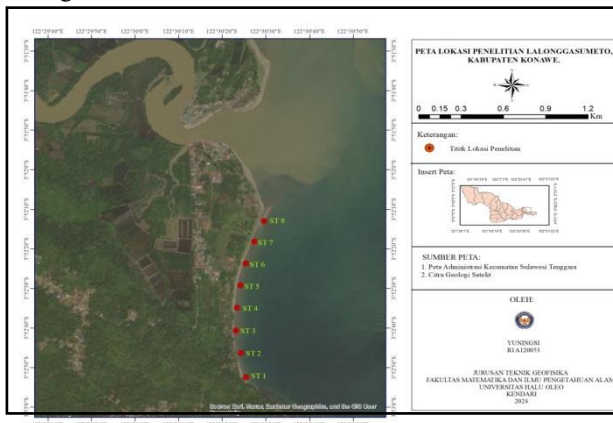
Pengukuran dilakukan menggunakan alat seperti Bartington MS2 yang dilengkapi dengan sensor tipe B (bulk) atau sensor D (permukaan). Dengan membandingkan nilai suseptibilitas frekuensi rendah (χ_{lf}) dan frekuensi tinggi (χ_{hf}), peneliti juga dapat

mengidentifikasi jenis domain mineral magnetik serta memperkirakan keberadaan partikel superparamagnetik yang umum ditemukan dalam sedimen tercemar (Dearing, 1999). Oleh karena itu, metode ini tidak hanya memberikan informasi kuantitatif, tetapi juga kualitatif terhadap potensi pencemaran lingkungan di wilayah pesisir.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Data Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah pesisir Pantai Batu Gong, yang secara administratif berada di Kecamatan Lalonggasumeeto dan Kapoiala, Kabupaten Konawe, Provinsi Sulawesi Tenggara. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode geofisika, khususnya suseptibilitas magnetik. Pengumpulan data dilakukan melalui pengambilan sampel sedimen pada bulan Juli 2024 di delapan stasiun yang tersebar sepanjang kawasan pesisir Pantai Batu Gong.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian

Setiap stasiun mewakili kondisi yang berbeda secara spasial untuk mendeteksi variasi distribusi logam berat dalam sedimen. Seluruh sampel kemudian dianalisis di Laboratorium Terpadu Geofisika dan

Pertambangan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Halu Oleo Kendari, serta di Laboratorium Geo Gea.

3.2. Analisis Data

3.2.1. Analisis Nilai Suseptibilitas Magnetik

Data suseptibilitas magnetik yang dianalisis meliputi suseptibilitas frekuensi rendah (χ_{lf}), frekuensi tinggi (χ_{hf}), dan suseptibilitas frekuensi dependen (χ_{fd}). Seluruh data diplot terhadap kedalaman menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel. Hasil pemetaan digunakan untuk mengevaluasi distribusi spasial nilai suseptibilitas magnetik dan keterkaitannya dengan potensi pencemaran logam berat. Analisis ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi kontribusi sumber pencemar berdasarkan karakteristik posisi stasiun pengambilan sampel.

3.2.2. Analisis Konsentrasi Logam Berat

Kandungan logam berat dalam sampel sedimen dianalisis menggunakan metode X-ray Fluorescence (XRF) dengan teknik *Press Pellet Method*. Data yang diperoleh berupa intensitas dan energi unsur logam, yang kemudian dikonversi ke dalam satuan part per million (ppm). Proses konversi dilakukan dengan mengalikan nilai persen konsentrasi unsur dengan faktor 10.000. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan logam berat seperti nikel (Ni), besi (Fe), kobalt (Co), dan seng (Zn), serta menghubungkannya dengan data suseptibilitas magnetik.

3.2.3. Analisis Kualitas Sedimen

Evaluasi kualitas sedimen dilakukan dengan menggunakan pendekatan kuantitatif berdasarkan perhitungan *Contamination Factor* (CF) dan *Pollution Load Index* (PLI). Kedua

indeks ini digunakan untuk menilai tingkat pencemaran logam berat terhadap lingkungan. Selain itu, analisis juga mencakup perhitungan *Indeks Geoakumulasi (I-Geo)* yang memberikan klasifikasi tingkat akumulasi logam berat di sedimen dibandingkan dengan nilai latar belakang geokimia. Kombinasi ketiga metode ini memberikan gambaran komprehensif mengenai status pencemaran sedimen di lokasi penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Nilai Suseptibilitas Magnetik

Posisi titik pengambilan sampel serta hasil pengukuran suseptibilitas magnetik yang mencakup χ_{lf} (suseptibilitas frekuensi rendah), χ_{hf} (suseptibilitas frekuensi tinggi), dan χ_{fd} (suseptibilitas frekuensi dependen) disajikan pada **Tabel 1**. Nilai-nilai ini menunjukkan variasi yang signifikan antar lokasi, mengindikasikan adanya perbedaan kandungan mineral magnetik yang berpotensi berkaitan dengan keberadaan logam berat dalam sedimen.

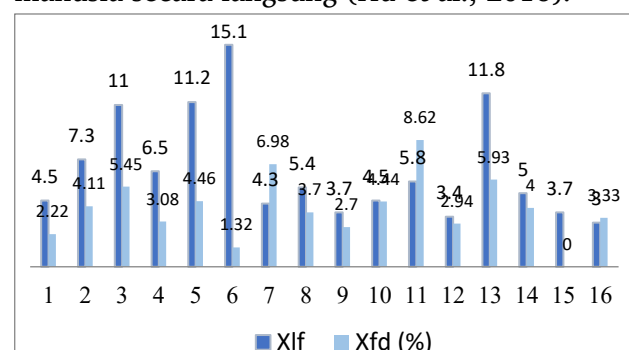
Tabel 1. Hasil pengukuran suseptibilitas magnetik

No	Kode stasiun	Kawasan	$X_{lf}(10^{-8} \text{m}^3/\text{kg})$	$X_{mf}(10^{-8} \text{m}^3/\text{kg})$	$X_{fd}(\%)$
1	1A	Pesisir	4,5	4,4	2,22
2	2A		7,3	7	4,11
3	3A		11	10,4	5,45
4	4A		6,5	6,3	3,08
5	5A		11,2	10,7	4,46
6	6A		15,1	14,9	1,32
7	7A		4,3	4	6,98
8	8A		5,4	5,2	3,7
9	1B	Perairan	3,7	3,6	2,7
10	2B		4,5	4,3	4,44
11	3B		5,8	5,3	8,62
12	4B		3,4	3,3	2,94
13	5B		11,8	11,1	5,93
14	6B		5	4,8	4
15	7B		3,7	3,7	0
16	8B		3	2,9	3,33

Berdasarkan hasil analisis, nilai χ_{lf} pada kawasan pesisir sekitar $4,3 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$

hingga $15,1 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$. Titik 6A tercatat sebagai lokasi dengan nilai tertinggi, yaitu $15,1 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$, sedangkan titik 7A dan 1A menunjukkan nilai paling rendah, masing-masing sekitar $4,3 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$ hingga $4,5 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$. Berdasarkan klasifikasi Hu et al. (2016), nilai-nilai tersebut termasuk dalam kategori rendah, yang mengindikasikan sedimen yang berasal dari proses alamiah dan tidak terpengaruh secara signifikan oleh aktivitas antropogenik.

Pada kawasan perairan, rentang nilai suseptibilitas magnetik antara $3 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$ hingga $11,8 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$. Titik 5B menunjukkan nilai tertinggi, yakni $11,8 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$, sedangkan titik 1B, 4B, 7B, dan 8B memiliki nilai yang cenderung serupa, yaitu sekitar $3 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$ hingga $3,7 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$. Kategori nilai yang rendah pada kawasan perairan menunjukkan bahwa dominasi material magnetik dalam sedimen tergolong kecil dan kemungkinan besar bersumber dari proses alami, bukan aktivitas manusia secara langsung (Hu et al., 2016).



Gambar 3. Grafik nilai χ_{lf} terhadap $\chi_{fd}(\%)$

Gambar 3 menyajikan hubungan antara nilai χ_{lf} dan χ_{fd} yang digunakan untuk mengevaluasi karakteristik domain magnetik dalam sedimen. Nilai $\chi_{fd} < 13\%$ pada sebagian besar sampel mengindikasikan

dominasi partikel superparamagnetik (SP), yang biasanya berukuran sangat halus dan mudah terpengaruh oleh aktivitas antropogenik. Sementara itu, nilai χ_{lf} yang berada dalam kisaran $1-10 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ menunjukkan bahwa sebagian besar sedimen mengandung mineral dengan domain magnetik campuran, yaitu single-domain kecil (SSD) dan multi-domain (MD) (Dearing, 1999; Daryai et al., 2018).

Dengan demikian, analisis suseptibilitas magnetik tidak hanya memberikan gambaran kuantitatif tentang kandungan mineral magnetik, tetapi juga memungkinkan interpretasi mengenai asal-usul sedimen dan potensi pencemaran akibat logam berat. Hal ini menjadikan metode ini sebagai alat yang efektif dalam studi geofisika lingkungan.

4.2. Tingkat Pencemaran Berdasarkan Nilai Suseptibilitas Magnetik

Hasil evaluasi tingkat pencemaran logam berat berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik di kawasan Pantai Batu Gong disajikan pada Tabel 2. Penilaian dilakukan terhadap 16 sampel sedimen yang diambil dari dua zona utama, yaitu kawasan pesisir dan kawasan perairan.

Pada kawasan pesisir, delapan titik pengambilan sampel (A1–A8) menunjukkan nilai χ_{lf} berkisar antara $4,3 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ hingga $15,1 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$. Berdasarkan klasifikasi dari Evans dan Heller (2003), seluruh nilai tersebut masih berada di bawah ambang batas $300 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$, sehingga termasuk dalam kategori pencemaran rendah (tingkat 1). Lokasi pengambilan sampel berada di area yang tidak padat penduduk, namun

tetap menerima tekanan dari aktivitas sekitar seperti pariwisata dan rumah tangga.

Pada kawasan perairan (sampel 1B–8B), rentang nilai suseptibilitas magnetik berada antara $3,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ hingga $15,1 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$. Sama halnya dengan kawasan pesisir, seluruh nilai masih berada di bawah ambang batas pencemaran rendah menurut klasifikasi Evans dan Heller (2003). Meskipun demikian, lokasi perairan menunjukkan adanya potensi tekanan dari aktivitas rumah tangga, pelayaran lokal, dan pengaruh sedimen aliran sungai yang membawa kontaminan dari wilayah daratan.

Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa tingkat pencemaran logam berat yang terdeteksi berdasarkan pendekatan suseptibilitas magnetik tergolong rendah, baik di zona pesisir maupun perairan. Namun demikian, keberadaan nilai-nilai tertinggi di beberapa titik tertentu mengindikasikan perlunya pemantauan berkelanjutan untuk mengantisipasi peningkatan akumulasi logam berat seiring waktu.

Tabel 2. Tingkat pencemaran berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik

Kode stasiun	Kawasan	Nilai Suseptibilitas Magnetik	Tingkat Pencemaran
1A	Pesisir	$4.5 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$	Polusi tercemar rendah
2A		$7.3 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$	Polusi tercemar rendah
3A		$11 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$	Polusi tercemar rendah
4A		$6.5 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$	Polusi tercemar rendah
5A		$11.2 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$	Polusi tercemar rendah
6A		$15.1 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$	Polusi tercemar rendah
7A		$4.3 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$	Polusi tercemar rendah
8A		$5.4 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$	Polusi tercemar rendah
1B	Perairan	$3.7 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$	Polusi tercemar rendah
2B		$4.5 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$	Polusi tercemar rendah
3B		$5.8 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$	Polusi tercemar rendah
4B		$3.4 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$	Polusi tercemar rendah
5B		$11.8 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$	Polusi tercemar rendah
6B		$5 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$	Polusi tercemar rendah
7B		$3.7 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$	Polusi tercemar rendah
8B		$3 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$	Polusi tercemar rendah

4.3. Konsentrasi Logam Berat pada Sedimen

Hasil analisis konsentrasi logam berat pada sedimen di Pantai Batu Gong disajikan pada **Tabel 3**. Sebanyak delapan sampel dipilih berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik tertinggi dari total 16 titik pengambilan sampel di delapan stasiun. Pengujian dilakukan menggunakan metode X-Ray Fluorescence (XRF) tipe Epsilon 4 untuk mengetahui konsentrasi logam berat, meliputi unsur nikel (Ni), besi (Fe), kobalt (Co), dan seng (Zn).

Dari hasil laboratorium, konsentrasi Ni ditemukan dengan nilai <100 ppm pada seluruh sampel, melebihi ambang batas yang ditetapkan sebesar 21 ppm (ANZECC, 2000). Kandungan Fe menunjukkan nilai berkisar antara 38.200–52.400 ppm dengan rata-rata 43.475 ppm, jauh melebihi ambang batas sebesar 20 ppm. Titik tertinggi tercatat pada stasiun 3. Konsentrasi Co berada pada 200 ppm di seluruh sampel, melampaui ambang batas sebesar 50,57 ppm. Sementara itu, unsur Zn memiliki konsentrasi <100 ppm dan tidak melebihi ambang batas sebesar 271 ppm.

Konsentrasi tinggi unsur logam berat, terutama Ni, Fe, dan Co, kemungkinan besar dipengaruhi oleh kondisi geologi lokal yang didominasi oleh batuan ultrabasa seperti peridotit, dunit, gabro, dan serpentinit yang merupakan bagian dari kompleks ofiolit Sulawesi Tenggara (Surono, 2013; Aziza et al., 2023). Kawasan ini juga merupakan daerah hilir Sungai Konaweha yang membawa sedimen dari wilayah hulu menuju laut, meningkatkan potensi akumulasi logam berat di wilayah pesisir.

Tabel 3. Hasil pengukuran konsentrasi logam berat

Kode sampel (stasiun)	X_{if} $10^{-8}m^3/kg$	Nilai Konsentrasi Logam (ppm)			
		Ni	Fe	Co	Zn
ST1	4,5	<100	39000	200	<100
ST2	7,3	<100	44000	200	<100
ST3	11	<100	52400	200	<100
ST4	6,5	<100	38700	200	<100
ST5	11,8	<100	48800	200	<100
ST6	15,1	<100	47500	200	<100
ST7	4,3	<100	38200	200	<100
ST8	4,4	<100	39200	200	<100
Nilai Max	15,1	<100	52400	200	<100
Nilai Min	4,3	<100	38200	200	<100
Rata-rata	8,1125	<100	43475	200	<100
Ambang Batas		21 ^(a)	20 ^(c)	50,57 ^(b)	271 ^(d)

Keterangan: (a) ANZECC Interim Sediment Quality Guidelines (ISQG) (2000) (b) National Sediment Quality Survey US EPA (2004) (c) Sediment Quality Guideline Values for Metals and Associated Levels of Concern to be used in Doing Assessments of Sediment Quality (2003) (d) KMN LH (2010)

4.4. Penilaian Kualitas Sedimen

Penilaian kualitas sedimen dilakukan melalui perhitungan Faktor Kontaminasi (Contamination Factor/CF), Indeks Beban Pencemaran (Pollution Load Index/PLI), dan Indeks Geoakumulasi (I-Geo). Hasil analisis ditampilkan pada **Tabel 4** dan **Tabel 5**.

Tabel 4. Nilai faktor kontaminasi dan PLI

Stasiun	Perhitungan Faktor Kontaminasi (CF)			PLI
	Ni	Fe	Co	
ST1	1,471	0,826	10,526	2,339
ST2	1,471	0,932	10,526	2,435
ST3	1,471	1,110	10,526	2,581
ST4	1,471	0,820	10,526	2,333
ST5	1,471	1,034	10,526	2,520
ST6	1,471	1,006	10,526	2,498
ST7	1,471	0,809	10,526	2,323
ST8	1,471	0,831	10,526	2,343
Nilai Max	1,471	1,110	10,526	2,581
Nilai Min	1,471	0,809	10,526	2,323
Rata-rata	1,471	0,921	10,526	2,421

Nilai CF untuk logam Ni sekitar < 1,471 dan tergolong dalam kategori kontaminasi sedang ($1 < CF < 3$). Untuk logam Fe, nilai CF sekitar 0,809 hingga 1,110, dengan stasiun 3, 5, dan 6 masuk dalam kategori kontaminasi

sedang dan sisanya dalam kategori rendah ($CF < 1$). Nilai CF untuk Co mencapai 10,526, tergolong kategori sangat tercemar ($CF > 6$). PLI dihitung berdasarkan rata-rata geometrik dari CF ketiga logam berat (Ni, Fe, Co), dengan hasil antara 2,323–2,581 dan rata-rata 2,421. Berdasarkan ambang batas ($PLI > 1$), seluruh wilayah penelitian tergolong tercemar

Tabel 5. Hasil indeks geoakumulasi (I-Geo)

Unsur Logam Berat	Nilai I-Geo	Tingkat Pencemaran
Ni	-0,029	Tidak Tercemar
Fe	-0,713	Tidak Tercemar
Co	2,811	Tercemar Sedang

Indeks Geoakumulasi (I-Geo) menunjukkan bahwa logam Ni (-0,029) dan Fe (-0,713) berada dalam kategori tidak tercemar ($I-Geo \leq 0$), sementara logam Co (2,811) termasuk dalam kategori tercemar sedang ($2 \leq I-Geo < 3$). Hal ini menunjukkan bahwa Co merupakan logam dominan yang mencemari sedimen secara signifikan dibandingkan logam lainnya.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa nilai suseptibilitas magnetik pada sedimen di perairan Pantai Batu Gong bervariasi antara $4,3 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ hingga $15,1 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ untuk kawasan pesisir, dan antara $3 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ hingga $11,8 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ untuk kawasan perairan. Rentang nilai tersebut menunjukkan bahwa sedimen tergolong dalam kategori alami dengan tingkat kontaminasi logam berat yang rendah.

Hasil analisis kandungan unsur logam berat yang terdeteksi, yaitu nikel (Ni), besi (Fe), kobalt (Co), dan seng (Zn), menunjukkan bahwa logam Ni dan Zn berada pada kisaran

$< 100 \text{ ppm}$, logam Fe sekitar 38.200–52.400 ppm, dan logam Co sebesar 200 ppm. Dari keempat logam tersebut, Fe dan Co menunjukkan konsentrasi yang melebihi ambang batas kualitas sedimen, terutama pada titik-titik tertentu dengan nilai suseptibilitas magnetik yang tinggi.

Tingkat pencemaran sedimen berdasarkan nilai Faktor Kontaminasi (CF) menunjukkan bahwa logam Ni termasuk dalam kategori tercemar sedang, logam Fe berada pada kategori tercemar rendah hingga sedang, sementara logam Co diklasifikasikan sebagai sangat tercemar. Nilai Indeks Beban Pencemaran (PLI) juga mengindikasikan bahwa wilayah studi telah tercemar oleh kombinasi logam berat ($PLI > 1$). Namun, berdasarkan Indeks Geoakumulasi (I-Geo), logam Ni dan Fe termasuk dalam kategori tidak tercemar ($I-Geo \leq 0$), sedangkan logam Co termasuk dalam kategori tercemar sedang ($2 \leq I-Geo < 3$).

DAFTAR PUSTAKA

- ANZECC. (2000). Interim Sediment Quality Guidelines. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council.
- Asmita, A., Assiddieq, M., & Ndibale, W. (2022). Analisis Kandungan Kualitas Air Laut Pantai Wisata Batu Gong Untuk Wisata Bahari Kecamatan Lalonggasumeeto Kabupaten Konawe. *Jurnal Teluk*, 2(2), 19–22.
- Aziza, N., Irawati., & Erzam, S, h. (2023). Analisis konsentrasi logam berat pada sedimen berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik di pesisir teluk lasolo dan sekitarnya. *Jurnal rekayasa geofisika indonesia*, 05(03), 156-168.
- Daryai, A., Ranjbar, M., & Mohammadi, M. (2018). Magnetic characterization of heavy metal

- pollution in urban street dust using magnetic susceptibility and SEM/EDS techniques. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(9), 545.
- Dearing, J.A. (1999). *Environmental Magnetic Susceptibility: Using the Bartington MS2 System*. Chi Publishing
- Evan, M.E., & Heller, F. (2003). *Environment Magnetism Principle And Application Of Environmagnetics*. Academic Press: California
- Hananingtyas, I. (2017). Studi Pencemaran Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Pada Ikan Tongkol (*Euthynnus Sp.*) Di Pantai Utara Jawa. *Biotropic The Journal of Tropical Biology*. 1(2), 41-50.
- Hu, S., Xie, Q., Jiang, Z., & Shin, Z. (2016). Magnetic Susceptibility Of Surface Sediments In The Urban Lakes And Its Environmental Implications. *Journal Of Environmental Sciences*. 47, 139-148.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2020). *Rencana Strategis Kementerian Kelautan dan Perikanan 2020-2024*. Jakarta: KKP RI.
- KMNLH. (2010). *Baku Mutu Logam Berat dalam Sedimen*. Kementerian Negara Lingkungan Hidup.
- Kusmiana, I., Irawati., & Hasria. (2020). Analisis Kualitas Air Laut di Perairan Teluk Lasolo Kecamatan Molawe Kabupaten Konawe Utara Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Rekayasa Geofisika Indonesia*. 7(3), 25-30.
- Oldfield, F., & Crowther, J. (2007). Establishing fire incidence in temperate soils using magnetic measurements. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 249(3), 362-369.
- Surono. (2013). *Geologi Lengan Tenggara Sulawesi, Edisi II*. Bandung: Publikasi Badan Geologi Kementrian ESDM.
- US EPA. (2004). *National Sediment Quality Survey*. United States Environmental Protection Agency.
- Yuliana., Irawati., & Jahidin. (2021). Analisis Konsentrasi Logam Berat pada Sedimen Menggunakan Metode Suseptibilitas Magnetik di Sekitar Pesisir Teluk Lasolo Kabupaten Konawe Utara. *Jurnal Rekayasa Geofisika*. 2(1), 38-44.