

Tingkat Pencemaran Logam Berat Di Pesisir Pantai Akibat Penambangan Bijih Nikel

Herlando Bubala¹, Tedy Agung Cahyadi², Rika Ernawati³

¹Mahasiswa Magister Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta, ² ³Dosen Magister Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta, ³Dosen Magister Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta

Email: Herlandobubala@gmail.com.

ABSTRAK

Logam berat memiliki sifat toksik atau beracun yang mana tidak mudah terlarut dalam air sehingga akan mempermudah terjadinya pencemaran baik pada air tawar maupun air laut. Pencemaran logam berat di perairan laut dapat menimbulkan dampak seperti terjadi perubahan fisik dari air laut tersebut misalnya perubahan bau, warna air dan rasa air, berbahaya bagi ekosistem tanaman dan biota air dan juga berbahaya terhadap kesehatan manusia yang mengkonsumsi tanaman maupun biota air yang telah terpapar logam berat tersebut. Pada penelitian ini difokuskan pada penambangan bijih nikel, yang mana logam nikel merupakan salah satu logam berat yang memiliki sifat toksik yang dapat berasosiasi dengan logam berat lainnya. Akibat dari aktivitas penambangan tersebut dan ditunjang dengan sistem penyaliran tambang yang kurang baik sehingga akan mempermudah air yang membawa logam berat dari daerah tambang akan mengalir langsung menuju perairan laut. Dalam penelitian ini juga difokuskan pada kandungan logam berat dengan kategori toksik yang tinggi (Cd, Pb, Cu, Zn, Cr⁶⁺) dan nikel (Ni). Sehingga diperlukan pengambilan sampel air laut di daerah yang di duga tercemar logam berat dan kemudian dilakukan analisis logam berat dalam air laut di laboratorium dengan metode AAS untuk mendapatkan tingkat konsentrasi dari logam berat yang diuji. Tujuan akhir dari penelitian ini adalah mengetahui tingkat pencemaran lingkungan yang di sesuaikan dengan Kepmen LH nomor 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut. Parameter dalam menentukan tingkat pencemaran logam berat yaitu status mutu air, tingkat kontaminasi (CF) dan indeks beban pencemaran (PLI). Dari pembobotan status mutu air dengan metode *Storet* didapatkan -42, maka status mutu air di sekitar perairan pantai daerah penelitian termasuk dalam "Kelas D" yaitu "Cemar Berat" yang disesuaikan dengan kehidupan biota air laut. Penelitian ini juga menghitung faktor kontaminasi (CF) dan indeks tingkat pencemaran (PLI), yang didapatkan bahwa logam berat berat Pb (Timbal) dan Zn (Seng) memiliki tingkat kontaminasi masih rendah sehingga tidak mencemari daerah penelitian sedangkan untuk logam berat Cd (Cadmium) Cu (Tembaga), Cr⁶⁺ (Crom valensi 6) dan Ni (Nikel) memiliki tingkat kontaminasi sangat tinggi sehingga dapat mengakibatkan pencemaran di daerah penelitian.

Kata kunci: Logam berat, Tingkat pencemaran, Tingkat kontaminasi, Status mutu air.

ABSTRACT

Heavy metals have toxic or toxic properties which are not easily dissolved in water so that it will facilitate the occurrence of pollution both in fresh water and sea water. Heavy metal pollution in the sea can cause impacts such as physical changes from sea water such as changes in odor, color of water and taste of water, harmful to plant ecosystems and aquatic biota and also harmful to human health that consumes plants and aquatic biota that have been exposed to metals the weight. in this study focused on nickel ore mining, where nickel metal is one of the heavy metals that has toxic properties that can be associated with other heavy metals. As a result of the mining activities and supported by an inadequate mine drainage system, it will make it easier for water carrying heavy metals from the mine area to flow directly into the waters of the sea. In this study also focused on the content of heavy metals with high toxic categories (Cd, Pb, Cu, Zn, Cr⁶⁺) and nickel (Ni). So it is necessary to take seawater samples in areas suspected of being contaminated by heavy metals and then analyze heavy metals in seawater in the laboratory using the AAS method to obtain the concentration level of the heavy metals tested. The final objective of this study was to determine the level of environmental pollution which was adjusted to Minister of Environment Decree number 51 of 2004 concerning Sea Water Quality Standards. The parameters in determining the level of heavy metal pollution are water quality status, contamination level (CF) and pollution load index (PLI). From the weighting status

of the water quality with the Storet method obtained -42, then the status of water quality around the coastal waters of the study area is included in "Class D" which is "Heavy Pollution" which is adjusted to the life of seawater biota. This study also calculates contamination factors (CF) and pollution level index (PLI), which found that heavy metals Pb (Lead) and Zn (Zinc) have contamination levels that are still low so as not to pollute the research area while for heavy metals Cd (Cadmium) Cu (Copper), Cr⁶⁺ (Chrom valence 6) and Ni (Nickel) have very high levels of contamination that can cause pollution in the study area.

Keywords: Heavy metals, pollution level, contamination level, water quality status.

I. PENDAHULUAN

Logam berat memiliki sifat toksik atau beracun dan esensial terlarut dalam air yang dapat mencemari air tawar maupun air laut. Sumber pencemaran logam berat banyak berasal dari industri pertambangan, pemurnian logam dan jenis industri lainnya, dan juga dapat berasal dari kegiatan pertanian yang menggunakan pupuk yang mengandung logam berat (Darmono, 2001). Pencemaran logam berat dapat merusak ekosistem di perairan dalam hal populasi dan keanekaragaman hayati di perairan. Kerusakan ekosistem perairan yang diakibatkan oleh pencemaran logam berat dapat ditentukan dengan berbagai faktor yaitu faktor kadar dan jumlah logam berat yang masuk dalam perairan. Pencemaran logam berat juga dapat menyebabkan terjadinya perubahan bentuk dan kondisi fisik dari strukturnya seperti rasa, warna, bau dan viskositas (Darmono, 1995).

Lautan merupakan sumber kekayaan alami yang sering dikelola atau dimanfaatkan oleh manusia sebagai sumber mata pencaharian karena lautan adalah tempat untuk hidup makhluk laut yang menjadi sumber makanan pokok bagi kehidupan manusia sehingga apabila kondisi lautannya baik maka ekosistem tanaman maupun biota air yang ada akan terjaga jumlah populasinya. Yang pada akhirnya populasi ikan akan semakin bertambah (Sunarto, 2001).

Lokasi penelitian yang berada sangat dekat dengan perairan pantai menyebabkan dengan mudahnya logam berat dari tumpukan topsoil, overborden, maupun saprolite dengan mudah terbawah akibat dari pengikisan oleh air hujan maupun terbawah oleh angin yang secara langsung mengalir menuju ke perairan pantai atau mengendap di muara sungai dan pada akhirnya menuju ke perairan laut. Dengan adanya kegiatan pertambangan nikel yang berada sangat dekat dengan perairan laut maka menimbulkan dampak kekeruhan di sekitaran area penambangan akibat dari kekeruhan tersebut memiliki potensi untuk meningkatkan konsentrasi logam nikel dalam perairan laut dikarenakan logam nikel merupakan salah satu logam yang memiliki sifat toksik yang dapat berasosiasi dengan logam-logam lainnya seperti Cd, Pb, Cu, Zn, Cr, Cr⁶⁺ yang dapat mengganggu kondisi dari karang, irva ikan, moluska, bentos serta dapat menimbulkan dampak sosial yang mana mengurangi jumlah tangkapan ikan dari nelayan.

Dalam penelitian ini akan difokuskan pada kandungan logam berat dengan kategori toksik yang tinggi (Cd, Pb, Cu, Zn, Cr, Cr⁶⁺) dan nikel (Ni) sebagai logam berat yang mempunyai sifat toksik menengah. Logam berat tersebut di atas diperkirakan terjadi konsentrasi pada air di perairan pesisir pantai sekitar penambangan yang dapat mengakibatkan pencemaran air. sehingga diperlukan pengambilan sampel air laut di daerah yang diduga tercemar logam berat dan kemudian dilakukan analisis logam berat dalam air laut di laboratorium dengan metode AAS untuk mendapatkan tingkat konsentrasi dari logam berat yang diuji. Tujuan akhir dari penelitian ini adalah mengetahui tingkat pencemaran lingkungan yang disesuaikan dengan Kepmen LH nomor 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut.

II. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian ini, disesuaikan dengan masalah dan tujuan penelitian. maka pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

2.1. Studi Pustaka

Studi pustaka dijadikan sebagai pedoman dasar kegiatan penelitian dan menentukan langkah-langkah kerja yang akan dilakukan dengan bersumber pada literatur-literatur yang berkaitan dengan pencemaran logam berat di perairan pantai yang diakibatkan dengan penambangan bijih nikel dan bahayanya bagi kesehatan manusia serta pengaruh terhadap ekosistem biota laut yang ada di sekitar pesisir pantai.

2.2. Pengamatan Lapangan

Pengamatan lapangan (survey lapangan) dilakukan untuk mengamati atau meninjau kondisi di sekitar daerah penambangan daerah penelitian yang dikhususkan pada lokasi yang akan dijadikan sebagai pengambilan data sebelum dilakukan pengambilan data.

2.3. Pengumpulan Data

1. Data primer

Data primer diperoleh melalui pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan sampai pada tahap analisis laboratorium.

Data primer yang diambil berupa :

- a. Koordinat lokasi pengambilan sampel.
- b. Kecepatan air laut.
- c. Kedalaman lokasi pengambilan sampel air.

2. Data Sekunder

Data sekunder yang diperoleh dari instansi-instansi atau lembaga serta perusahaan tambang yang dapat dipertanggungjawabkan.

Data sekunder yang diambil berupa :

- a. Data kesampaian daerah.
- b. Data geologi lokasi penelitian.
- c. Peta topografi daerah penambangan.
- d. Data curah hujan
- e. Kualitas batuan dasar daerah penelitian.

2.4. Pengambilan Sampel Air

Setelah kegiatan observasi atau pengamatan lapangan dan pengumpulan data maka selanjutnya dilakukan pengambilan sampel air yang telah ditentukan Spot atau lokasi pengambilan sampel air yang mengacu sesuai SNI yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 37 Tahun 2003 tentang metode pengujian kualitas air permukaan dan pengambilan contoh air permukaan. Contoh air laut diambil sebanyak 100 ml diambil pada lapisan permukaan dengan menggunakan wadah botol yang telah di sterilkan pada setiap stasiun penelitian. Selanjutnya contoh air laut disaring dengan kertas saring selulosa nitrat yang sebelumnya dicuci dengan HNO_3 dan diawetkan dengan HNO_3 dan dimasukkan dalam box pendingin. Tahap selanjutnya dilakukan pengujian dalam laboratorium. Penetapan posisi stasiun pengambilan sampel dilakukan secara purposive sampling sesuai dengan tujuan penelitian pengambilan sampel air.

2.5. Pengujian Laboratorium

Setelah dilakukan pengambilan sampel air maka berikutnya dilakukan pengujian dan pengukuran di Laboratorium Kimia Analitik untuk mendapatkan nilai konsentrasi logam berat dan nilai TSS (*Total Suspended Solid*).

b. Analisis Logam Berat Dalam Air Laut

Sampel air laut yang telah diambil menggunakan wadah botol kaca yang telah disterilkan kemudian diawetkan dengan HNO_3 pekat sampai $\text{pH} < 2$. Di laboratorium contoh air laut diambil sebanyak 250 ml dimasukkan ke dalam corong pisah telfon, kemudian diekstraksi dengan APDC/IMIBK. Ekstraksi merupakan pemisahan logam berat dari ion-ion yang dapat mengganggu proses adsorpsi logam berat oleh AAS, hasil yang diperoleh kemudian diekstraksi kembali ke fase air dengan HNO_3 pekat. Kadar logam berat diukur dengan metode AAS menggunakan dengan nyala lampu campuran udara asetilen.

c. Analisis TSS

Sampel uji yang telah homogen disaring dengan kertas saring yang telah ditimbang. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai mencapai berat konstan pada suhu $103^0 \text{ C} - 105^0 \text{ C}$. Kenaikan berat saringan mewakili padatan tersuspensi total (TSS). Jika padatan tersuspensi menghambat saringan dan memperlama penyaringan, diameter poros sangat perlu diperbesar atau mengurangi volume sampel uji. Untuk memperoleh estimasi TSS dihitung perbedaan antara padatan terlarut total dan padatan total.

2.6. Pengolahan Data dan Analisis Data

Dari data hasil analisis logam berat, kemudian dilakukan penentuan status mutu air dengan menggunakan metode storet, tingkat kontaminasi logam berat terhadap biota air dan tingkat pencemaran logam berat di daerah penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Konsentrasi Logam Berat

Pengujian sampel air dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik dengan jumlah 10 sampel air laut (LT1-LT10). Pengujian dilakukan untuk mengetahui kadar logam berat yang terkandung dalam setiap sampel yang diuji menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) dengan memanfaatkan penyerapan atom dari unsur-unsur logam yang di uji untuk mengetahui konsentrasi logam berat dalam sampel. Logam berat yang dilakukan pengujian antara lain Pb (Timbal), Cd (Cadmium), Cu (Tembaga), Cr⁶⁺ (Crom valensi 6), Seng (Zn) dan Ni (Nikel). Data hasil pengujian laboratorium untuk masing-masing parameter logam berat dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Hasil Analisis Logam Berat

No	Kode Sampel	Hasil Analisis Logam Berat (mg/l)					
		Cr ⁶⁺	Cd	Cu	Pb	Zn	Ni
1	LT-1	0,100	0,008	0,185	0,009	0,048	0,583
2	LT-2	0,109	0,008	0,205	0,011	0,059	0,722
3	LT-3	0,061	0,004	0,103	0,005	0,035	0,306
4	LT-4	0,068	0,003	0,131	0,005	0,037	0,444
5	LT-5	0,040	<i>ttd</i>	0,082	0,002	0,029	0,367
6	LT-6	0,031	<i>ttd</i>	0,062	0,004	0,021	0,389
7	LT-7	0,023	0,004	0,032	0,004	0,016	0,189
8	LT-8	0,020	0,002	0,021	0,003	0,018	0,267
9	LT-9	0,014	<i>ttd</i>	0,011	<i>Ttd</i>	0,011	0,118
10	LT-10	0,011	<i>Ttd</i>	0,009	<i>Ttd</i>	0,010	0,127

Ket : *ttd* (tidak terdeteksi oleh alat)

3.1. Status Mutu Air

Penentuan suatu baku mutu air di perairan dapat menggunakan metode storet. Metode storet merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam penentuan status mutu air. Metode storet dapat digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran yang disesuaikan dengan baku mutu lingkungan. Secara prinsip metode storet dapat dilakukan dengan membandingkan data analisis kualitas air dan baku mutu air yang disesuaikan dengan peruntukannya.

Cara penentuan status mutu air dengan menggunakan metode storet dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

2. Lakukan pengambilan data kualitas air.
3. Bandingkan data hasil pengukuran dari masing-masing parameter air dengan nilai baku mutu yang sesuai dengan kelas air.
4. Jika hasil pengukuran yang memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran \leq baku mutu) maka diberi bobot 0.
5. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi baku mutu air (hasil pengukuran \geq baku mutu) maka diberi bobot sesuai dengan Tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2. Penentuan Sistem Nilai Untuk Menentukan Status Mutu Air (KepMen LH No. 115 Tahun 2003)

Jumlah Sampel	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
≤ 10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rerata	-3	-6	-9
≥ 10	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rerata	-6	-12	-18

Dalam penentuan status mutu air atau indeks pencemaran dapat menggunakan metode *Storet*. Metode *Storet* dipakai untuk menentukan tingkat pencemaran logam berat dalam perairan pantai di daerah penelitian, dengan melakukan perbandingan hasil analisis logam berat dengan standar baku mutu lingkungan yang ditetapkan dalam Kepmen LH No 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut. Parameter yang dipakai dalam penentuan status mutu air dengan metode *Storet* yaitu parameter kimia karena pengujian logam berat dilakukan secara kimiawi. Untuk bobot penentuan status mutu air dapat dilihat Pada Tabel 3.3.

Tabel.3.3. Penentuan Bobot Status Mutu Air (KepMen LH No. 115 Tahun 2003)

Logam	Baku Mutu (mg/l)	Kadar Max (mg/l)	Bobot	Kadar Min (mg/l)	Bobot	Kadar Rerata (mg/l)	Bobot	Total Bobot
Cr	0,005	0,109	-2	0,011	-2	0,0477	-6	-10
Cd	0,001	0,008	-2	0	-0	0,0029	-6	-8
Cu	0,008	0,205	-2	0,009	-2	0,0841	-6	-10
Pb	0,008	0,011	-2	0	-0	0,0043	-0	-2
Zn	0,05	0,059	-2	0,011	-0	0,0290	-0	-2
Ni	0,05	0,722	-2	0,118	-2	0,3512	-6	-10
Total								-42

Maka didapatkan total bobot dari semua logam berat yang telah di tentukan dengan metode *storet* sehingga didapatkan total bobot **42**. Kemudian dilakukan penentuan kelas air dengan menggunakan sistem nilai dari US-EPA (*Environmental Protection Agency*) yang menggolongkan mutu air dalam 4 kelas yaitu sebagai berikut:

- Kelas A : Baik sekali, dengan bobot = 0 → Memenuhi baku mutu
- Kelas B : Baik, dengan bobot = -1 s/d -10 → Cemar ringan
- Kelas C: Sedang, dengan bobot = -11 s/d -30 → Cemar sedang
- Kelas B : Buruk, dengan bobot > -31 → Cemar berat

Setelah mendapatkan total bobot status mutu air dari setiap logam berat kemudian dilakukan klasifikasi mutu air menggunakan nilai dari US-EPA (*United Stated-Environmental Protection Agency*) yang digolongkan menjadi 4 kelas sehingga sesuai dengan pembobotan status mutu air yaitu -42 maka status mutu air di perairan pantai di sekitaran daerah penelitian termasuk dalam “Kelas D” yaitu “Cemar Berat” yang di sesuaikan dengan kehidupan biota air.

3.2. Analisis Nilai CF

Faktor kontaminasi (CF) dilakukan untuk mengetahui tingkat kotaminasi logam berat terhadap biota air yang berada di perairan pantai PT. Wanatiara Persada. Faktor kontaminasi (CF) dapat dihitung dengan dilakukan perbandingan antara hasil analisis logam berat dengan standar baku mutu yang ditetapkan dalam

Kepmen LH No 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut, sesuai dengan persamaan :

$$CF = \frac{Chm}{Cbk}$$

Keterangan :

Chm = Nilai konsentrasi logam berat (mg/l)
Cbk = Nilai baku mutulingkungan (mg/l)

Nilai CF dapat diklasifikasikan dalam beberapa tingkatan yaitu sebagai berikut : kontaminasi rendah untuk $CF < 1$, kontaminasi sedang untuk $1 < CF < 3$, kontaminasi yang cukup untuk $3 < CF < 6$ dan kontaminasi yang sangat tinggi untuk $CF > 6$. Dari nilai CF yang telah dihitung, maka dapat menentukan seberapa besarnya tingkat kontaminasi logam berat terhadap biota air.

3.2.1. Kromium Heksavalen (Cr^{6+})

Dari hasil pengujian nilai kontaminasi terhadap biota air, maka logam Cr^{6+} termasuk dalam tingkat kontaminasi cukup tinggi pada stasiun LT-7 dan LT-8. Sedangkan untuk stasiun lainnya termasuk dalam tingkat kontaminasi tinggi yang artinya logam berat Cr^{6+} di daerah penelitian sangat terkontaminasi terhadap biota air baik hewan laut maupun tumbuhan laut yang dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Tingkat Kontaminasi Logam Cr^{6+}

No	Kode Sampel	Hasil Analisis (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)	CF	Tingkat Kontaminasi
1	LT-1	0,100	0,005	20	Tinggi
2	LT-2	0,109		21,8	Tinggi
3	LT-3	0,061		12,2	Tinggi
4	LT-4	0,068		13,6	Tinggi
5	LT-5	0,040		8	Tinggi
6	LT-6	0,031		6,2	Tinggi
7	LT-7	0,023		4,6	Cukup
8	LT-8	0,020		4	Cukup
9	LT-9	0,014		2,8	Sedang
10	LT-10	0,011		2,2	Sedang

3.2.2. Kadmium (Cd)

Untuk logam berat Cd memiliki tingkat kontaminasi sedang yang terdapat pada stasiun LT-8, kontaminasi cukup tinggi pada stasiun LT-3, LT-4 dan LT-7 dan kontaminasi tinggi yang berada pada stasiun LT-1 dan LT-2 yang dapat dilihat pada Tabel 3.5. Nilai CF untuk logam berat Cd sangat beragam sehingga tingkat kontaminasi logam berat Cd di daerah penelitian tidak terlalu tinggi karena hanya pada daerah dekat *settling pond* saja yang memiliki nilai CF yang tinggi.

Tabel 3.5. Tingkat Kontaminasi Logam Cd

No	Kode Sampel	Hasil Analisis (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)	CF	Tingkat Kontaminasi
1	LT-1	0,008	0,001	8	Tinggi
2	LT-2	0,008		8	Tinggi
3	LT-3	0,004		4	Cukup
4	LT-4	0,003		3	Cukup
5	LT-5	<i>Ttd</i>		<i>ttd</i>	-
6	LT-6	<i>Ttd</i>		<i>ttd</i>	-
7	LT-7	0,004		4	Cukup
8	LT-8	0,002		2	Sedang

9	LT-9	<i>Ttd</i>		<i>ttd</i>	-
10	LT-10	<i>Ttd</i>		<i>ttd</i>	-

3.2.3. Timbal (Pb)

Untuk tingkat kontaminasi logam berat Pb terhadap biota air termasuk dalam kontaminasi sedang dan rendah, sehingga kontaminasi logam berat Pb terhadap biota air tidak terlalu besar pengaruhnya juga terhadap kehidupan biota air tidak besar yang dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6. Tingkat Kontaminasi Logam Pb

No	Kode Sampel	Hasil Analisis (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)	CF	Tingkat Kontaminasi
1	LT-1	0,009	0,008	1,125	Sedang
2	LT-2	0,011		1,375	Sedang
3	LT-3	0,005		0,625	Rendah
4	LT-4	0,005		0,625	Rendah
5	LT-5	0,002		0,25	Rendah
6	LT-6	0,004		0,5	Rendah
7	LT-7	0,004		0,5	Rendah
8	LT-8	0,003		0,375	Rendah
9	LT-9	<i>ttd</i>		<i>ttd</i>	-
10	LT-10	<i>ttd</i>		<i>ttd</i>	-

3.2.4. Seng (Zn)

Pada logam berat Zn rata-rata tingkat kontaminasi logam berat masih bersifat rendah sehingga pengaruh logam berat Zn tidak terlalu besar terhadap kehidupan biota air di daerah penelitian yang dapat dilihat pada Tabel 3.7

Tabel 3.7. Tingkat Kontaminasi Logam Zn

No	Kode Sampel	Hasil Analisis (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)	CF	Tingkat Kontaminasi
1	LT-1	0,048	0,05	0,96	Rendah
2	LT-2	0,059		1,18	Sedang
3	LT-3	0,035		0,70	Rendah
4	LT-4	0,037		0,74	Rendah
5	LT-5	0,029		0,58	Rendah
6	LT-6	0,021		0,42	Rendah
7	LT-7	0,016		0,32	Rendah
8	LT-8	0,018		0,36	Rendah
9	LT-9	0,011		0,22	Rendah
10	LT-10	0,010		0,20	Rendah

3.2.5. Tembaga (Cu)

Pada logam berat Cu, tingkat kontaminasi yang tinggi pada stasiun LT-1 sampai LT-6, untuk kontaminasi cukup tinggi hanya pada stasiun LT-7 dan untuk kontaminasi yang sedang itu berada pada stasiun LT-9 dan LT-10. Pada kondisi tersebut maka kontaminasi logam Cu pada daerah penelitian terhadap biota laut sangat tinggi pada lokasi stasiun LT-1 dan LT-2 yang dapat dilihat pada Tabel. 3.8.

Tabel 3.8. Tingkat Kontaminasi Logam Cu

No	Kode Sampel	Hasil Analisis (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)	CF	Tingkat Kontaminasi
1	LT-1	0,185	0,008	23,125	Tinggi
2	LT-2	0,205		25,625	Tinggi
3	LT-3	0,103		12,875	Tinggi
4	LT-4	0,131		16,375	Tinggi
5	LT-5	0,082		10,25	Tinggi
6	LT-6	0,062		7,75	Tinggi
7	LT-7	0,032		4	Cukup
8	LT-8	0,021		2,625	Sedang
9	LT-9	0,011		1,375	Sedang
10	LT-10	0,009		1,125	Sedang

3.2.6. Nikel (Ni)

Untuk tingkat kontaminasi logam berat Ni terhadap biota air di daerah penelitian memiliki nilai yang beragam. Pada lokasi yang dekat dengan sumber pencemaran yaitu area *settling pond* berada pada tingkat kontaminasi yang tinggi sedangkan pada daerah yang cukup jauh dari area *settling pond* berada pada tingkat kontaminasi yang cukup tinggi dan rendah, dapat dilihat pada Tabel 3.9. Pada kondisi tersebut bahwa kontaminasi logam berat Ni sangat tinggi apabila berada pada area yang cukup dekat dengan *settling pond*.

Tabel 3.9. Tingkat Kontaminasi Logam Ni

No	Kode Sampel	Hasil Analisis (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)	CF	Tingkat Kontaminasi
1	LT-1	0,583	0,05	11,66	Tinggi
2	LT-2	0,722		14,44	Tinggi
3	LT-3	0,306		6,12	Tinggi
4	LT-4	0,444		8,88	Tinggi
5	LT-5	0,367		7,34	Tinggi
6	LT-6	0,389		7,78	Tinggi
7	LT-7	0,189		3,78	Cukup
8	LT-8	0,267		5,34	Sedang
9	LT-9	0,118		2,36	Sedang
10	LT-10	0,127		2,54	Sedang

3.3. Analisis Nilai PLI

Dari nilai CF maka dapat dilakukan perhitungan indeks tingkat pencemaran (PLI) untuk mengetahui apakah terjadi pencemaran logam berat atau tidak diperairan pantai dari masing-masing logam berat. Dari nilai CF dari setiap logam berat dengan jumlah sampe air laut sebanyak 10 sampel maka dapat dilakukan perhitungan nilai PLI sesuai persamaan sebagai berikut:

$$PLI = (CF1 \times CF2 \times CF3 \times \dots \times CFn)^{\frac{1}{n}}$$

Keterangan :

- CF = Nilai kontaminasi logam berat
n = Jumlah sampel

Untuk indeks tingkat pencemaran (PLI) memiliki klasifikasi yaitu jika $PLI > 1$ menunjukkan daerah penelitian tercemar dan $PLI < 1$ berarti tidak terjadi pencemaran. Dari hasil perhitungan nilai PLI dari setiap logam berat, maka dapat menentukan tingkat pencemaran yang terjadi yang dapat dilihat pada Tabel 3.10. Dari nilai indeks tingkat pencemaran (PLI) maka pada logam berat Cr^{6+} , Cd, Cu dan Ni yang memiliki nilai PLI berkisar dari 6,03 - 7,26 sehingga sesuai dengan ketentuan bahwa jika $PLI > 1$ menunjukkan daerah penelitian tercemar oleh logam berat tersebut. Untuk logam berat Pb dan Zn yang memiliki nilai $PLI < 1$ yang berarti tidak terjadi pencemaran di daerah penelitian.

Tabel 3.10. Tingkat Pencemaran Logam Berat

No	Logam Berat	PLI	Tingkat Pencemaran
1	Cr^{6+}	7,26	Tercemar
2	Cd	2,39	Tercemar
3	Cu	6,62	Tercemar
4	Ni	6,03	Tercemar
5	Pb	0,65	Tidak Tercemar
6	Zn	0,49	Tidak Tercemar

IV. KESIMPULAN

1. Pada logam berat Pb (Timbal) dan Zn (Seng) memiliki tingkat konsentrasi logam berat rata-rata masih dibawah baku mutu lingkungan sedangkan untuk logam berat Cd (Cadmium) Cu (Tembaga), Cr^{6+} (Crom valensi 6) dan Ni (Nikel) rata-rata telah melebihi baku mutu lingkungan yang ditetapkan di Kepmen LH No 51 Tahun 2004.
2. Dari hasil analisis, maka dapat melakukan perhitungan status mutu airnya menggunakan metode *storet* dengan total botot yaitu -42 sehingga di sesuaikan dengan klasifikasi mutu air menggunakan nilai dari *US-EPA (United Stated-Environmental protection agency* maka status mutu air di perairan daerah penelitian termasuk dalam “Kelas D” yaitu “Cemar Berat”.
3. Penelitian ini juga menghitung faktor kontaminasi (CF) dan indeks tingkat pencemaran, yang didapatkan bahwa logam berat berat Pb (Timbal) dan Zn (Seng) memiliki tingkat kontaminasi masih rendah sehingga tidak mencemari daerah penelitian sedangkan untuk logam berat Cd (Cadmium) Cu (Tembaga), Cr^{6+} (Crom valensi 6) dan Ni (Nikel) memiliki tingkat kontaminasi sangat tinggi sehingga dapat mengakibatkan pencemaran di daerah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hakanson, L. (1980) An Ecological Risk Index for Aquatic Pollution Control a Sedimentological Approach. *Water Research*, 14, 975-1001.
- [2] Palar, H. *Pencemaran dan Toksikologi logam berat* edisi ke 2 Jakarta: Rineke Cipta, 2004: 10-62
- [3] Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Penerbit UI Press. Jakarta.
- [4] Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungan dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- [5] Sunarto, 1994, *Pelestarian Morfologi Pantai Akibat Pertambakan di Muara Ngebum Kabupaten Kendal*, Laporan Penelitian Fak. Geografi UGM, Yogyakarta
- [6] Sunarto, 1991, *Geomorfologi Pantai*. Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada (PAU-IT UGM). Yogyakarta.

-
- [7] Sunarto, 2001, *Geomorfologi Kepesisiran dan Perannya Dalam Pembangunan Nasional Indonesia*. Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala pada Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [8] Kepmen Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004, Tentang Baku Mutu Air Laut, Lampiran III, Tentang Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut, Jakarta.
- [1] Permen Lingkungan Hidup No. 9 Tahun 2006 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pertambangan Bijih Nikel. Kementerian Lingkungan Hidup, Jakarta