

Indeks Risiko Ekologis Potensial Tembaga (Cu) Air Limbah Pertambangan Timah di Kepulauan Bangka

Copper (Cu) Pollution Index in Tin Mining Wastewater, Bangka Islands

Robekca Purba^{1,2*}, Eddy Ibrahim², Anton Saputra³

¹Program Sarjana Program Profesi Insinyur Universitas Sriwijaya, Jl. Raya Palembang - Prabumulih KM. 32, Indralaya Indah, Kec. Indralaya, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan 30862

²Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Jl. Palembang-Prabumulih KM 32 Inderalaya, Kab. Ogan Ilir, Sumatera Selatan, 30662, Indonesia

³PT Timah Tbk, Jl. Jenderal Sudirman No.51 Pangkal Pinang, Bangka Belitung, 33121, Indonesia

Received: February 28th 2025/Accepted: March 17th 2025

*Corresponding author: robekcapurba2@ft.unsri.ac.id

DOI:10.22437/mjf.v2i01.42133

ABSTRAK

Proses penambangan timah menggunakan air sebagai media pemisah timah dari mineral lain. Air limbah hasil produksi disalurkan ke kolam penampungan, namun berpotensi mencemari lingkungan, terutama saat curah hujan tinggi atau setelah penambangan selesai. Kandungan tembaga (Cu) yang tinggi dalam air limbah dapat merusak insang, hati, ginjal, dan sistem saraf ikan, sehingga perlu dikaji tingkat risikonya. Penelitian ini bertujuan menghitung indeks risiko ekologi potensial tembaga (Cu) menggunakan data sekunder dari PT. Timah yang diolah dengan metode Hakanson. Pengujian sampel air dilakukan di Laboratorium Terpadu Institut Pertanian Bogor menggunakan metode APHA 23rd (2017): 3111 B. Hasil perhitungan berfungsi sebagai alat diagnosis pengendalian pencemaran, menentukan area prioritas penanganan, serta memahami ancaman aktivitas tambang timah terhadap ekosistem. Perhitungan ini diterapkan untuk sistem perairan limnik atau perairan tergenang. Indeks polusi dibandingkan dengan baku mutu air kelas II sesuai PP No. 22 Tahun 2021, yang digunakan untuk budidaya ikan air tawar. Berdasarkan hasil, indeks polusi air limbah tambang timah di Kepulauan Bangka termasuk kategori risiko rendah (RI<150), sehingga limbahnya masih tergolong aman bila terjadi luapan ke daratan.

Kata Kunci: air limbah, Hakanson, tembaga (Cu), pertambangan timah, Kepulauan Bangka

ABSTRACT

The tin mining process, which uses water as a medium to separate tin from other minerals, generates wastewater that is collected in retention ponds. However, this seemingly innocuous practice carries a significant environmental risk, particularly during heavy rainfall or post-mining activities. The high copper (Cu) concentrations in this wastewater can inflict severe damage on aquatic life, affecting fish gills, liver, kidneys, and nervous systems. This study, therefore, is crucial in assessing the potential ecological risk index of copper (Cu) using secondary data obtained from PT. Timah, analyzed quantitatively through the Hakanson method. Water samples were tested at the Integrated Laboratory Unit of IPB University using the APHA 23rd Edition (2017): Method 3111 B. The calculation results serve as a diagnostic tool for pollution control, helping to identify priority areas for immediate action and to understand the environmental threat posed by tin mining activities. This approach specifically applies to limnic water systems, which are stagnant bodies of water with minimal flow. The pollution index is evaluated against the Class II Water Quality Standards as outlined in Indonesian Government Regulation No. 22 of 2021, which includes freshwater aquaculture as one of its intended uses. Based on the results, the pollution index of tin mining wastewater in the Bangka Islands falls into the low-risk category (RI<150), indicating that the wastewater is still considered safe if it overflows onto surrounding land.

Keywords: wastewater, Hakanson, copper (Cu), tin mining, Bangka Islands



PENDAHULUAN

Timah dapat diperoleh dari pertambangan primer dan pertambangan sekunder (Irzon et al., 2018) dengan teknologi yang tidak begitu kompleks. Pertambangan timah yang dilakukan oleh PT. Timah di Kepulauan Bangka sudah berlangsung sejak abad ke 19, tepatnya sejak tahun 1976. Penambangan timah di Kepulauan Bangka yang pada awalnya dilakukan oleh PT. Timah, saat ini sudah dilakukan oleh perusahaan perseorangan yang menjadi mitra PT. Timah. Namun, PT. Timah sebagai BUMN (Badan Usaha Milik Negara) tetap melaksanakan kontrol lingkungan pada lokasi tambang yang menjadi mitranya. Salah satu kontrol lingkungan yang dilakukan PT. Timah adalah dengan mengadakan pemeriksaan kualitas air rutin setiap bulan pada lokasi yang berbeda.

Kontrol lingkungan berupa pemeriksaan kualitas air sangat diperlukan karena pertambangan timah akan menghasilkan *void* yang tersebar lokasinya. Aktivitas penambangan timah di daratan hingga ke wilayah pesisir dan laut diduga menyebabkan kerusakan ekologis pada kedua wilayah tersebut (Adibrata, 2021). *Void* ini akan terisi dengan air yang tidak dapat langsung terserap oleh tanah, sehingga menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan apabila dibiarkan begitu saja. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk membenahi persoalan *void* pertambangan timah adalah dengan melakukan reklamasi.

Reklamasi pada *void* pertambangan timah dapat dilakukan dengan menjadikannya sebagai lokasi wisata air atau memanfaatkannya sebagai lokasi pembudidayaan ikan. Apabila *void* akan dijadikan sebagai lokasi pembudidayaan ikan, maka terlebih dahulu harus dipersiapkan lahannya sesuai baku mutu yang tepat untuk ikan dapat hidup dan berkembang biak. Salah satu baku mutu yang penting adalah dengan mengukur indeks polusi air oleh pencemaran tembaga (Cu) yang diakibatkan oleh kegiatan pertambangan timah.

Tembaga (Cu) merupakan salah satu unsur dengan nomor 29, yang merupakan golongan logam transisi. Secara alami tembaga (Cu) terdapat di bebatuan, kegiatan pertambangan timah yang dilakukan dengan cara pengerukan tanah mengakibatkan tembaga (Cu) terkikis (Palar, 2004). Tembaga (Cu) memiliki berat jenis sebesar 8,96 g/cm³. Berat jenis

tembaga jauh diatas berat jenis air yang berada pada angka 1 gr/cm³. Selain tembaga (Cu), kadar logam berat lainnya juga sangat mempengaruhi kualitas air untuk ikan dapat hidup dan berkembang biak (Pratiwi et al., 2013). Logam berat seperti tembaga (Cu) dalam jumlah yang aman baik untuk metabolisme makhluk hidup, namun akan sangat merusak apabila sudah melebihi ambang batas (Uwah et al., 2013). Penelitian ini hanya akan membahas mengenai kadar tembaga (Cu) yang tinggi pada air limbah pertambangan timah, karena konsentrasi ion tembaga yang tinggi pada ikan dapat merusak insang, hati, ginjal, dan sistem saraf ikan (Palar, 2004). Penelitian yang ada selama ini masih berfokus pada pengambilan air bagian permukaan (Umroh et al., 2024).

Penelitian ini menggunakan perhitungan indeks risiko ekologi potensial yang dikembangkan oleh Hakanson. Perhitungan indeks ini bertujuan untuk menjadi alat diagnostik dalam pengendalian pencemaran air dan membantu mengidentifikasi lokasi yang membutuhkan perhatian khusus untuk cemaran tembaganya. Pertimbangan konsentrasi polutan, efek toksikologis, dan sensitivitas ekosistem, membuat penelitian ini menjadi komprehensif untuk menilai risiko ekologis. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah: memitigasi lokasi berdasarkan indeks risiko ekologis potensial untuk ditangani segera sehingga tidak berlarut-larut mencemari ekosistem; sebagai dasar pengambilan keputusan untuk menyelesaikan permasalahan pada lokasi penambangan timah yang menghasilkan indeks risiko ekologis potensial logam tembaga (Cu) yang tinggi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di 16 titik lokasi pertambangan timah di Kepulauan Bangka, yakni di TB Pemali Air Simpung; TB Pemali DAM Keramat; TB Paku; TB Pemali *Inlet*; TB Pemali *Outlet*; TK 1.759 Air Rengas; TK 1.766 Air Jangkang; TP.2.6 - Blok A, Air Gemuruh; TP.2.6 - Blok B, Air Gemuruh; TK. 2.306 Air Petar; TK. 2.358 A. Jangkang.

Pengambilan sampel air limbah dilakukan selama rentang waktu 1 tahun yaitu pada Januari; Maret; Mei; Juli; September; dan Oktober tahun 2024. Data pencemaran tembaga (Cu) air limbah pertambangan timah yang dipergunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari PT. Timah.

Metode penelitian untuk memperoleh kadar logam berat pada air limbah pertambangan timah dilakukan dengan menggunakan metode APHA 23rd (2017): 3111 B. Metode APHA 23rd (2017): 3111 B merupakan teknik penelitian kadar pencemaran air oleh logam dengan menggunakan *Flame Atomic Absorption Spectrophotometry* (FAAS). Selain dipergunakan untuk mengukur tembaga (Cu), metode ini juga dapat digunakan untuk mengukur besi (Fe) dan seng (Zn). Panjang gelombang yang digunakan untuk memeriksa kadar tembaga (Cu) di dalam sampel jika menggunakan teknik *Flame Atomic Absorption Spectrophotometry* (FAAS) berada pada range 324,8 nm.

Penelitian yang ada selama ini masih berfokus pada pengambilan air bagian permukaan (Umroh et al., 2024). Data sekunder yang diperoleh dari PT. Timah menunjukkan hasil pengambilan air limbah dari bagian permukaan air. Data sekunder yang diperoleh dari PT. Timah ini akan dianalisa dengan menggunakan metode Hakanson dengan mempergunakan persamaan Indeks resiko ekologi potensial (RI) (Hakanson, 1980). Adapun persamaannya adalah sebagai berikut:

$$P_i = \frac{C_i}{C_b} \quad (1) \text{ (Cheng et al., 2019)}$$

Keterangan:

P_i = Faktor kontaminasi untuk logam berat ke-i

C_i = Konsentrasi logam dalam sampel (mg/L)

C_b = Nilai referensi logam (mg/L)

Nilai P_i pada persamaan (1) menunjukkan faktor kontaminasi untuk logam berat ke-i, masing-masing diterangkan sebagai berikut:

$P_i < 1$ = Faktor kontaminasi rendah

$1 \leq P_i < 3$ = Faktor kontaminasi sedang.

$3 \leq P_i < 6$ = Faktor kontaminasi tinggi

$P_i \geq 6$ = Faktor kontaminasi berbahaya

$$E_r^i = T_r^i \times P_i \quad (2) \text{ (Cheng et al., 2019)}$$

Keterangan:

E_r^i = Faktor risiko ekologis untuk logam berat ke-i

T_r^i = Faktor toksisitas logam berat tertentu

P_i = Faktor kontaminasi untuk logam berat ke-i

Nilai E_r^i pada persamaan (2) menunjukkan faktor risiko ekologis untuk logam berat ke i, masing-masing diterangkan sebagai berikut:

$E_r^i < 40$ = level risiko rendah

$40 \leq E_r^i < 80$ = Level risiko sedang

$80 \leq E_r^i < 160$ = Level risiko tinggi

$160 \leq E_r^i < 320$ = Level risiko sangat tinggi

$E_r^i \geq 320$ = Level risiko ekstrim

$$RI = \sum (E_r^i) \quad (3) \text{ (Hakanson, 1980)}$$

Keterangan:

RI = indeks resiko ekologi potensial (RI)

$\sum (E_r^i)$ = Jumlah faktor risiko ekologis untuk logam berat ke-i

Nilai RI pada persamaan (3) menunjukkan faktor risiko secara keseluruhan, masing-masing diterangkan sebagai berikut:

$RI < 150$: Beresiko rendah

$150 \leq RI < 300$: Beresiko sedang

$300 \leq RI < 600$: Beresiko tinggi

$RI \geq 600$: Beresiko sangat tinggi

Penelitian ini akan mengukur indeks risiko ekologi potensial tembaga (Cu) dengan nilai faktor toksisitas logam berat tembaga " T_r " sebesar 5 (Hakanson, 1980). Nilai referensi logam " C_b " logam tembaga (Cu) adalah 0,02 mg/L. Nilai referensi logam tembaga mengacu pada peraturan pemerintah nomor 22 tahun 2021 lampiran ke VI mengenai baku mutu air nasional kelas II. Baku mutu air nasional kelas II merupakan baku mutu air untuk keperluan lokasi wisata air; pembudidayaan ikan air tawar; untuk kebutuhan peternakan; dan air untuk mengairi pertanian.

Data pencemaran logam berat yang diperoleh banyak yang menunjukkan hasil dibawah limit yang mampu dideteksi oleh alat (LOD), yaitu ditandai dengan simbol "<" atau kurang dari. Umumnya jika menemukan data seperti ini, agar tidak mengganggu perhitungan, maka diambil nilai sebesar ½ dari LOD (Helsel, 1990).



Gambar 1. Penampakan air limbah di TB Paku Kepulauan Bangka
Sumber: Dokumentasi Pribadi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penelitian yang dijadikan pembahasan pada penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari PT. Timah. Data ini kemudian diolah dengan menggunakan persamaan indeks resiko ekologi potensial (RI) yang ditemukan dan

dikembangkan oleh Harkanson (1980) pada jurnalnya yang berjudul “*An Ecological Risk Indeks for Aquatic Pollution Control. A Sedimentological Approach*”.

Adapun data pencemaran logam berat yang diperoleh dari PT. Timah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pencemaran tembaga (Cu) pada air limbah pertambangan timah

No	Bulan	Lokasi	Konsentrasi “Ci” Tembaga (mg/L)
1	Januari	TB Pemali DAM Kramat	0.05
2	Januari	TB Pemali Air Simpurn	0.07
3	Januari	TB Pemali <i>inlet</i>	0.16
4	Januari	TB Paku	0.08
5	Maret	TB Pemali Air Simpurn	0.02
6	Maret	TB Pemali DAM Kramat	0.03
7	Maret	TB Pemali Outlet	<0.006
8	Maret	TK 1.759 Air Rengas	<0.006
9	Maret	TK 1.766 Air Jangkang	<0.006
10	Mei	TB Pemali Air Simpurn	<0.006
11	Mei	TB Pemali Outlet	<0.006
12	Mei	TB Pemali <i>Inlet</i>	<0.006
13	Juli	TK. 1.766 (Air Jangkang)	<0.006
14	Juli	TP.2.6 - Blok A, Air Gemuruh	0.1
15	Juli	TP.2.6 - Blok B, Air Gemuruh	0.08
16	Juli	TK. 2.306 Air Petar	<0.006
17	Juli	TK. 2.358 A. Jangkang	<0.006
18	Juli	TB Pemali Air Simpurn	0.01
19	Juli	TB Pemali <i>Inlet</i>	0.08
20	Juli	TB Pemali Dam Keramat	0.01
21	September	TB Pemali Air Simpurn	0.01
22	September	TB Pemali <i>inlet</i>	0.01
23	September	TB Pemali DAM Keramat	<0.006
24	Oktober	TB. Pemali <i>inlet</i>	<0.006
25	Oktober	TB Pemali Air simpurn	<0.006
26	Oktober	TB Pemali DAM Keramat	<0.006

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 2. Hasil perhitungan faktor kontaminasi (Pi)

No	Bulan	Lokasi	Cu (mg/L)	1/2 LOD Cu	Pi
1	Januari	TB Pemali DAM Kramat	0.05	0.05	2.5
2	Januari	TB Pemali Air Simpurn	0.07	0.07	3.5
3	Januari	TB Pemali <i>inlet</i>	0.16	0.16	8
4	Januari	TB Paku	0.08	0.08	4
5	Maret	TB Pemali Air Simpurn	0.02	0.02	1
6	Maret	TB Pemali DAM Kramat	0.03	0.03	1.5
7	Maret	TB Pemali Outlet	<0.006	0.003	0.15
8	Maret	TK 1.759 Air Rengas	<0.006	0.003	0.15
9	Maret	TK 1.766 Air Jangkang	<0.006	0.003	0.15
10	Mei	TB Pemali Air Simpurn	<0.006	0.003	0.15
11	Mei	TB Pemali Outlet	<0.006	0.003	0.15
12	Mei	TB Pemali <i>Inlet</i>	<0.006	0.003	0.15
13	Juli	TK. 1.766 (Air Jangkang)	<0.006	0.003	0.15
14	Juli	TP.2.6 - Blok A, Air Gemuruh	0.1	0.1	5
15	Juli	TP.2.6 - Blok B, Air Gemuruh	0.08	0.08	4
16	Juli	TK. 2.306 Air Petar	<0.006	0.003	0.15
17	Juli	TK. 2.358 A. Jangkang	<0.006	0.003	0.15
18	Juli	TB Pemali Air Simpurn	0.01	0.01	0.5
19	Juli	TB Pemali <i>Inlet</i>	0.08	0.08	4
20	Juli	TB Pemali Dam Keramat	0.01	0.01	0.5
21	September	TB Pemali Air Simpurn	0.01	0.01	0.5
22	September	TB Pemali <i>inlet</i>	0.01	0.01	0.5
23	September	TB Pemali DAM Keramat	<0.006	0.003	0.15
24	Oktober	TB. Pemali <i>inlet</i>	<0.006	0.003	0.15
25	Oktober	TB Pemali Air simpurn	<0.006	0.003	0.15
26	Oktober	TB Pemali DAM Keramat	<0.006	0.003	0.15

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan hasil perhitungan faktor kontaminasi (Pi), maka diperoleh hasil sebagai berikut: 1 lokasi berada di posisi faktor kontaminasi berbahaya, dengan skor 8 yang berada di lokasi pertambangan TB Pemali pada pengambilan sampel bulan Januari; 5 lokasi berada di posisi faktor kontaminasi tinggi, yaitu lokasi pertambangan TB Pemali Air Simpurn pada bulan Januari dengan skor Pi 3,5, lokasi pertambangan TB Paku pada bulan Januari dengan skor Pi 4, lokasi pertambangan TP.2.6 - Blok A Air Gemuruh pada bulan Juli dengan skor Pi 5, lokasi pertambangan TP.2.6 - Blok B Air Gemuruh pada bulan Juli dengan skor Pi 4, dan lokasi pertambangan TB Pemali *Inlet* pada bulan Juli dengan skor Pi 4; 3 lokasi berada di posisi faktor kontaminasi sedang, yaitu lokasi pertambangan TB Pemali DAM Keramat pada bulan Januari dengan skor Pi 2,5, lokasi pertambangan TB Pemali Air simpurn pada bulan Maret dengan skor Pi 1, dan TB Pemali DAM Keramat pada bulan Maret dengan skor Pi 1,5; sedangkan 17

data lainnya menunjukkan posisi faktor kontaminasi rendah dengan skor Pi dibawah 1.

Setelah memperoleh faktor kontaminasi logam tembaga "Pi" dari persamaan 1, perhitungan dilanjutkan dengan menggunakan persamaan 2 untuk menghitung faktor risiko ekologis masing-masing logam tembaga (Cu). Adapun hasil perhitungan persamaan 2 dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan perhitungan faktor risiko ekologis logam tembaga, diperoleh hasil sebagai berikut: 1 data menunjukkan level risiko sedang yang berada di posisi lokasi pertambangan TB Pemali pada bulan Januari dengan skor E_r^i 40; sedangkan 25 data lainnya berada pada level risiko rendah dengan nilai E_r^i dibawah 40. Masing-masing dijelaskan sebagai berikut: lokasi pertambangan TP.2.6 - Blok A Air Gemuruh pada bulan Januari memiliki skor E_r^i 25; TB Paku pada bulan Januari

memiliki skor E_r^i 20; TP.2.6 - Blok B Air Gemuruh pada bulan Juli dengan skor E_r^i

20; TB Pemali *inlet* pada bulan Juli dengan skor E_r^i 20;

Tabel 3. Faktor risiko ekologis logam tembaga “Er”

No	Bulan	Lokasi	Cu (mg/L)	1/2 LOD Cu	Pi	Er
1	Januari	TB Pemali DAM Kramat	0.05	0.05	2.5	12.5
2	Januari	TB Pemali Air Simpurn	0.07	0.07	3.5	17.5
3	Januari	TB Pemali <i>inlet</i>	0.16	0.16	8	40
4	Januari	TB Paku	0.08	0.08	4	20
5	Maret	TB Pemali Air Simpurn	0.02	0.02	1	5
6	Maret	TB Pemali DAM Kramat	0.03	0.03	1.5	7.5
7	Maret	TB Pemali Outlet	<0.006	0.003	0.15	0.75
8	Maret	TK 1.759 Air Rengas	<0.006	0.003	0.15	0.75
9	Maret	TK 1.766 Air Jangkang	<0.006	0.003	0.15	0.75
10	Mei	TB Pemali Air Simpurn	<0.006	0.003	0.15	0.75
11	Mei	TB Pemali Outlet	<0.006	0.003	0.15	0.75
12	Mei	TB Pemali <i>Inlet</i>	<0.006	0.003	0.15	0.75
13	Juli	TK. 1.766 (Air Jangkang)	<0.006	0.003	0.15	0.75
14	Juli	TP.2.6 - Blok A, Air Gemuruh	0.1	0.1	5	25
15	Juli	TP.2.6 - Blok B, Air Gemuruh	0.08	0.08	4	20
16	Juli	TK. 2.306 Air Petar	<0.006	0.003	0.15	0.75
17	Juli	TK. 2.358 A. Jangkang	<0.006	0.003	0.15	0.75
18	Juli	TB Pemali Air Simpurn	0.01	0.01	0.5	2.5
19	Juli	TB Pemali <i>Inlet</i>	0.08	0.08	4	20
20	Juli	TB Pemali Dam Keramat	0.01	0.01	0.5	2.5
21	September	TB Pemali Air Simpurn	0.01	0.01	0.5	2.5
22	September	TB Pemali <i>inlet</i>	0.01	0.01	0.5	2.5
23	September	TB Pemali DAM Keramat	<0.006	0.003	0.15	0.75
24	Oktober	TB. Pemali <i>inlet</i>	<0.006	0.003	0.15	0.75
25	Oktober	TB Pemali Air simpurn	<0.006	0.003	0.15	0.75
26	Oktober	TB Pemali DAM Keramat	<0.006	0.003	0.15	0.75

TB Pemali Air Simpurn pada bulan Januari dengan skor E_r^i 17,5; TB Pemali DAM Keramat pada bulan Maret dengan skor E_r^i 12,5; TB Pemali DAM Keramat pada bulan Maret dengan skor E_r^i 7,5; TB Pemali Air Simpurn pada bulan Maret dengan skor E_r^i 5; TB Pemali Air Simpurn pada bulan juli dengan skor E_r^i 2,5; TB Pemali DAM Keramat pada bulan Juli dengan skor E_r^i 2,5; TB Pemali Air Simpurn pada bulan September dengan skor E_r^i 2,5; TB Pemali *inlet* pada bulan September dengan skor E_r^i 2,5; TB Pemali outlet pada bulan Maret dengan skor E_r^i 0,75; TK 1.759 Air Rengas pada bulan Maret dengan skor E_r^i 0,75; TK 1.766 Air Jangkang pada bulan Maret dengan skor E_r^i 0,75; TB Pemali Air Simpurn pada bulan Mei dengan skor E_r^i

0,75; TB Pemali outlet pada bulan Mei dengan skor E_r^i 0,75; TB Pemali *inlet* pada bulan Mei dengan skor E_r^i 0,75; TK. 1.766 Air Jangkang pada bulan Juli dengan skor E_r^i 0,75; TK. 2.306 Air Petar pada bulan Juli dengan skor E_r^i 0,75; TB Pemali DAM Keramat pada bulan September dengan skor 0,75; TB Pemali *inlet* pada bulan Oktober dengan skor E_r^i 0,75; TB Pemali Air Simpurn pada bulan Oktober dengan skor E_r^i 0,75; dan TB Pemali DAM Keramat pada bulan Oktober dengan skor E_r^i 0,75.

KESIMPULAN

Berdasarkan data perhitungan faktor kontaminasi (Pi) dan risiko ekologis per sampel (E_r^i), maka diperoleh indeks resiko ekologi potensial (RI) air limbah pertambangan timah pada penelitian ini

adalah 187,25. Angka ini menjadi bias, karena semakin banyak sampel yang diteliti maka semakin besar pula angka indeks risiko ekologi potensialnya, sehingga data RI yang diperoleh nilainya dirata-ratakan menjadi 7,2. Angka ini menunjukkan bahwa indeks resiko ekologi potensial (RI) air limbah yang terdapat di Kepulauan Bangka menunjukkan risiko ekologi rendah karena memiliki nilai RI < 150.

SARAN

Tembaga (Cu) merupakan logam yang memiliki nilai ekonomis. Diperlukan adanya kajian lebih lanjut untuk menghitung jumlah tembaga (Cu) yang berada di dasar kolam penampungan air limbah galian pertambangan timah. Apabila diketahui angkanya secara pasti, tembaga (Cu) yang berada di air limbah dapat diolah untuk dipasarkan. Namun perlu dipahami, bahwa konsentrasi tembaga (Cu) alami di air permukaan biasanya sangat rendah, sekitar 0,001 mg/L (1 µg/L) berdasarkan data lingkungan umum. Berat jenis tembaga (Cu) yang melebihi berat jenis air akan mengakibatkan tembaga tenggelam apabila berada dalam campuran dengan air limbah pertambangan timah. Kondisi ini mengharuskan pengambilan sampel dilakukan di bagian sedimen kolam penampungan air limbah untuk memperoleh kadar tembaga (Cu) yang lebih akurat apabila akan dilakukan reklamasi pasca tambang. Jika kolam penampungan air pertambangan timah akan dimanfaatkan sebagai lahan pariwisata dan untuk tumbuh kembang ikan air tawar, maka diperlukan pengolahan air lanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada PT. Timah, secara khusus Bapak Ahmad Dani Virsal selaku direktur PT. Timah. Terimakasih kepada bapak Anton Saputra sebagai pembimbing lapangan. Terimakasih kepada Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S., CP., IPU., ASEAN. Eng.,

APEC.Eng, ACPE sebagai pembimbing keinsinyuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Adibrata, S., Yusuf, M., & Firdaus, M. (2021). Contamination of Heavy Metals (Pb and Cu) at Tin Sea Mining Field and Its Impact to Marine Tourism and Fisheries. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 26(2).
- Cheng, H., Huang, L., Ma, P., & Shi, Y. (2019). Ecological risk and restoration measures relating to heavy metal pollution in industrial and mining wastelands. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(20), 3985.
- Hakanson, L. (1980). An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach. *Water research*, 14(8), 975-1001.
- Heryando P. 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat; edisi ke-4. Rineka Cipta.
- Irzon, R., Syafri, I., Hutabarat, J., Sendjaja, P., & Permanadewi, S. (2018). Heavy metals content and pollution in tin tailings from Singkep Island, Riau, Indonesia. *Sains Malaysiana*, 47(11), 2609-2616.
- Pratiwi, D. Y., Nugroho, A. P., & Yustiati, A. (2019). Bioakumulasi ion tembaga pada ikan nila (*Oreochromis niloticus* L.) di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), Bantul. *Akuatika Indonesia*, 4(2), 57-64.
- Umroh., Wahidin, L.O., Hudatwi, M., Priyambada, A. 2024. Exploring ecological dynamics: a case study of unconventional tin mining in Batu Belubang Waters, Bangka Island.” *Environment Asia*, 17(3): 151-161. doi: 10.14456/ea.2024.43
- Uwah, I. E., Dan, S. F., Etiuma, R. A., & Umoh, U. E. (2013). Evaluation of status of heavy metals pollution of sediments in Qua-Iboe River estuary and associated creeks, South-Eastern Nigeria. *Environment and Pollution*, 2(4), 110.