

## KARAKTERISASI SEDIMEN DI PELABUHAN TAHOKU DESA HILA PULAU AMBON: ANALISIS KADAR LOGAM TIMBAL (Pb) SEBAGAI INDIKATOR PENCEMARAN

Abraham Mariwy<sup>1\*</sup>, Sunarti<sup>2</sup>, Ratnawati Elbetan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Prodi Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Pattimura  
Jalan Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka, Ambon, Indonesia

Submitted: October 04, 2023

Revised: November 18, 2023

Accepted: December 15, 2023

\*Corresponding author. Email: [abrahammariwy@gmail.com](mailto:abrahammariwy@gmail.com)

### Abstrak

Pelabuhan Tahoku merupakan salah satu pelabuhan strategis di Kecamatan Leihitu Pulau Ambon. Pelabuhan ini merupakan sarana transportasi laut, sehingga banyak aktivitas yang dilakukan di sekitar pelabuhan tersebut. Aktivitas masyarakat tersebut dapat menimbulkan peningkatan logam berat seperti Pb. Penelitian ini dilakukan di perairan pelabuhan Tahoku, dengan tujuan untuk mengetahui ukuran partikel sedimen dan kadar logam timbal (Pb) pada sedimen. Ukuran butir sedimen diukur dengan menggunakan *Seive Shaker* dan sampel di analisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran butir partikel sedimen adalah kerikil berkisar 0,56-48,55%, pasir 74,84-99,42 %, dan lumpur 0,37- 0,96 %. Hasil analisis kadar timbal (Pb) pada sedimen pada keempat stasiun pengamatan menunjukkan bahwa kadar logam Pb pada stasiun I 5,6 mg/kg, stasiun II 1,1395 mg/kg, stasiun III 1,143 mg/kg, dan stasiun IV 21 1,143 mg/kg. Hasil ini juga menunjukkan bahwa kadar logam timbal pada setiap stasiun masih di bawah standar yang ditetapkan oleh *National Sediment Quality Survey* (US EPA 2022) yaitu 47,82-161,06 mg/Kg

*Kata Kunci: Logam berat timbal (Pb); Sedimen; Sieve Shaker; Atomic Absorption Spectrophotometer*

### Abstract

Tahoku Port is one of the strategic ports in Leihitu sub-district Ambon Island. This port is a means of sea transportation, so many activities are carried out around Tahoku Port. These community activities can lead to an increase in heavy metals such as Pb. This research was conducted in the waters of the port of Tahoku, with the aim of knowing the particle size of the sediment and the levels of lead (Pb) in the sediment. Sediment grain size was measured using a Sieve Shaker and samples were analyzed using the Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The results showed that the grain size of the sediment particles was gravel ranging from 0.56-48.55%, sand 74.84-99.42%, and mud 0.37-0.96%. The results of the analysis of lead (Pb) levels in sediment at the four observation stations showed that the Pb metal content at station I was 5.6 mg/kg, station II was 1.1395 mg/kg, station III was 1.143 mg/kg, and station IV 21 was 1.143 mg. /kg, these results also show that the lead metal content at each station is still below the standards set by the National Sediment Quality Survey (US EPA 2022), namely 47.82-161.06 mg/Kg

*Keywords: Logam berat timbal (Pb); Sedimen; Sieve Shaker; Atomic Absorption Spectrophotometer*

## 1. Pendahuluan

Pelabuhan memiliki peranan yang signifikan dalam transportasi laut, mempercepat jarak tempuh dan mendukung perkembangan ekonomi suatu wilayah. Dengan adanya sarana transportasi ini, distribusi barang konsumen dari pusat produksi dapat dilakukan dengan efisien dan lancar. Di samping itu, dalam konteks ekonomi, pelabuhan memberikan dampak positif terutama bagi daerah yang terisolasi, khususnya di perairan, di mana aksesibilitas melalui jalur darat seringkali sulit dilakukan dengan efektif. (Putra dan Djalante, 2016). Pelabuhan laut merupakan area perairan yang dilindungi dari badai, ombak, dan arus, memungkinkan proses bongkar muat barang dan perpindahan penumpang dapat berjalan lancar. Fungsi utama pelabuhan laut melibatkan perpindahan muatan dan aspek industri, yang dilihat dari perspektif pengusaha pelabuhan, melibatkan penyediaan fasilitas yang mendukung kegiatan kapal di pelabuhan. Ini mencakup alur pelayaran untuk keluar masuk kapal, peralatan penambatan, kegiatan bongkar muat di dermaga, pemeriksaan barang, penyimpanan sementara, dan penyediaan infrastruktur transportasi lokal di sekitar pelabuhan (JInca, dan Yamin, 2011).

Pelabuhan Tahoku adalah salah satu pelabuhan *Speed Boat* di Kecamatan Lehitu yang berada di Desa Hila Pulau Ambon. Pelabuhan ini merupakan urat nadi pendukung transportasi laut antar pulau yang secara langsung berperan aktif dalam pembangunan sektor ekonomi Kabupaten Maluku Tengah bahkan Provinsi Maluku. Padatnya aktivitas masyarakat di sekitar pelabuhan Tahoku dapat berkontribusi pada peningkatan logam berat salah satunya timbal (Pb) yang dihasilkan dari limbah rumah tangga, asap kendaraan, sampah plastik, tumpahan minyak dan sumber lainnya.

Timbal (Pb) merupakan logam berat yang dianggap sebagai ancaman serius terhadap pencemaran air. Timbal adalah logam non-esensial (tidak memiliki fungsi) dan bahkan beracun pada konsentrasi rendah. Timbal memasuki lingkungan terutama dari emisi bensin dari kendaraan dan dari limbah industri tersebut. Setelah terakumulasi dalam sedimen, mudah diserap oleh organisme yang hidup di sedimen seperti kerang (Yona, dkk 2016, Haupea dkk, 2022). Akumulasi logam berat dalam organisme laut terjadi melalui proses biokonsentrasi atau biomagnifikasi. Biokonsentrasi adalah proses di mana suatu zat kimia diserap oleh organisme dari lingkungan melalui sistem pernapasan. Pada sisi lain, biomagnifikasi adalah proses di mana suatu zat kimia diserap oleh organisme dari makanan atau rantai makanan (Arnot dan Gobas, 2006, Haupea dkk, 2022).

Penelitian ini dimaksudkan untuk mempelajari sebaran logam timbal (Pb) pada sedimen di perairan pelabuhan Tahoku Desa Hila Pulau Ambon. Hal ini sangat penting dilakukan sebagai bagian dari upaya pemantauan lingkungan karena timbal (Pb) adalah logam berat yang dapat meracuni manusia melalui rantai makanan.

## 2. Metode Penelitian

Lokasi pengambilan sampel adalah perairan pelabuhan Tahoku Desa Hila. Preparasi sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Dasar FKIP Universitas Pattimura Ambon dan analisis sampel dilakukan di laboratorium (BTKL-PP) Ambon serta analisis ukuran butir partikel sedimen dilakukan di Laboratorium Riset Laut Dalam (BRIN AMBON).

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah: GPS, pH meter, termometer, salinometer, botol sampel, mangkuk plastik, sendok plastik, gelas kimia, labu takar, SSA, Shave Sieker dan oven.

Bahan-bahan yang digunakan adalah: Sampel sedimen, larutan induk Pb, aqua regia, HNO<sub>3</sub>, dan HCl

### Pengukuran Suhu, Salinitas, dan pH

- a. Suhu: Sampel air laut dimasukkan kedalam gelas kimia 100 ml, diukur dengan menggunakan termometer kemudian dicatat suhu yang terukur.
- b. *Salinitas*: Refraktometer dibersihkan dengan air steril (aquades), sampel air laut diteteskan di bagian depan refraktometer, angka yang ada pada refraktometer diamati, angka yang merupakan kadar salinitas yaitu angka yang ditunjukkan dengan batasan warna biru dan putih.

- c. *pH*: Sampel air laut di masukkan ke dalam gelas kimia 100 ml, diukur dengan menggunakan pH meter ke dalam gelas kimia yang berisi air laut selama 5 menit, kemudian dicatat besaran pH yang terukur.

### **Pengambilan Sampel Sedimen**

Sampel sedimen diambil menggunakan pipa PVC dengan ketebalan 20 cm. Sedimen yang diambil dimasukkan ke dalam kantong sampel berlabel.

### **Penentuan Ukuran Butir Sedimen**

Prosedur analisis ukuran butiran sedimen (*grain size*) menggunakan sistem ayak dengan cara basah (*wet sifting*) dengan sieve shaker. Sampel sedimen dikeringkan pada suhu 70-80°C selama 24 jam, selanjutnya sampel kering di timbang dan angka berat kering yang diperoleh dicatat sebagai berat kering. Rendam kembali sampel yang telah ditimbang selama minimal 48 jam untuk melepaskan butirannya kemudian susun ayakan sesuai dengan urutan ukurannya dari bawa ke atas 0,032; 0,063; 0,090,125; 0,250; 0,500; 1,00; 2,00; 4,00 mm. Letakan sampel yang telah direndam pada bagian paling atas urutan ayakan yaitu yang berukuran 4,00 mm setelah itu cuci sampel dengan cara menyiram dibawa air mengalir sambil diaduk dengan kuas yang melepaskan butiran yang satu dengan yang lain. Masing-masing fraksi sedimen yang tertinggal pada ayakan dipindahkan pada tray aluminium ukuran 100 ml, selanjutnya keringkan setiap fraksi sampel dalam oven dengan suhu 70°C-80°C selama 2 jam (benar-benar kering). Timbang masing-masing fraksi sedimen dan catat beratnya, angka berat masing-masing fraksi yang diperoleh dicatat sebagai berat fraksi ukuran butiran. Jumlah seluruh data berat setiap fraksi ukuran butir sedimen tersebut, bila angka berat yang diperoleh sama maka proses pengayakan yang dilakukan telah benar. Selanjutnya catat data berat setiap fraksi ukuran butir pada formulir yang tersedia.

### **Perlakuan awal sampel Sedimen**

Sampel sedimen dimasukan ke dalam oven dengan suhu 75°C selama 2 jam (benar-benar kering). Sampel yang telah kering ditimbang 5 gram kemudian dihaluskan dan di ayak dengan ayakan 200 mesh. Prosedur ini di lakukan untuk semua sampel.

### **Preparasi Sampel Sedimen**

Sampel sedimen ditimbang 4 g dan dimasukkan ke dalam gelas kimia 50 mL, kemudian ditambahkan larutan aquaregia (1:3) yaitu HNO<sub>3</sub> dan HCl sebanyak 24 mL dan dipanaskan di atas penangas air pada suhu 75°C selama 30 menit selanjutnya di dinginkan pada suhu ruang. Hasil larutan yang diperoleh disaring dan dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL. Larutan hasil penyaringan ditambahkan akuades hingga tanda batas. Proses ini dilakukan untuk semua sampel sedimen.

### **Pembuatan Larutan Standar Pb**

Ke dalam labu takar 100 mL dimasukan 1 mL larutan Pb dari larutan induk 1000 ppm dan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas untuk memperoleh larutan standar 10 ppm. Larutan standar 0,0; 0,2,0,4; 0,6; 0,8 dan 1,0 ppm masing-masing 100 mL dibuat dengan cara memipet sebanyak 0; 2; 4; 6; 8 dan 10 mL larutan Pb dari larutan standar 10 ppm dan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas. Selanjutnya diukur absorbansinya menggunakan SSA pada panjang gelombang 217 nm. Kemudian dari data yang diperoleh dibuat kurva hubungan antara absorbansi (A) versus konsentrasi (C) sehingga diperoleh kurva standar berupa garis lurus

## **3. Hasil dan Pembahasan**

### **3.1 Deskripsi Lokasi Sampling**

Lokasi pengambilan sampel adalah pelabuhan Tahoku Desa Hila. Sampel diambil pada pukul 11.00 WIT pada saat air laut sedang surut dengan kondisi cuaca cerah. Jumlah stasiun pengambilan sampel adalah 4 dan sebelum dilakukan pengambilan sampel, terlebih dahulu ditentukan koordinat lokasi sampling menggunakan GPS. Lokasi sampling dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

### 3.2 Sifat Fisika dan Kimia Perairan Pada Lokasi Sampling

Parameter fisika dan kimia perairan yang diamati pada penelitian ini meliputi parameter suhu, salinitas dan derajat keasaman (pH) perairan. Hasil pengamatan kondisi fisika dan kimia perairan yang dilakukan selama penelitian memberikan gambaran mengenai kondisi perairan di pelabuhan Tahoku Desa Hila seperti tampak pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Fisika dan Kimia Perairan

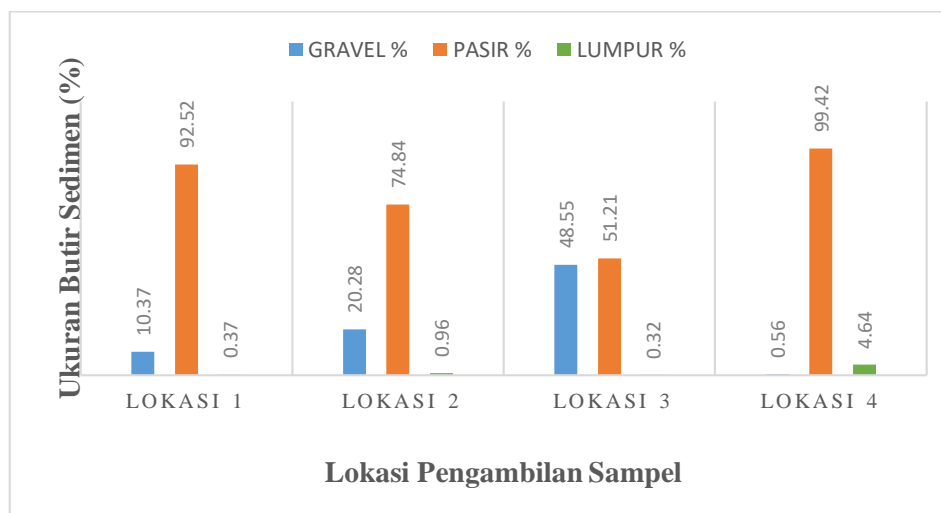
| Stasiun | Suhu | Salinitas | pH  |
|---------|------|-----------|-----|
| I       | 31°C | 20 ‰      | 7,7 |
| II      | 31°C | 20 ‰      | 7,6 |
| III     | 31°C | 21 ‰      | 7,6 |
| IV      | 32°C | 21 ‰      | 7,3 |

Data sifat fisika dan kimia perairan di setiap stasiun sampling seperti tampak pada Tabel 1 menunjukkan bahwa suhu tertinggi berada pada stasiun IV dan terendah pada stasiun I, II dan III, hal ini disebabkan karena stasiun I, II dan III terletak dibagian timur sedangkan lokasi IV dibagian barat yang pada saat itu masih terpapar sinar matahari. Data pada Tabel 1 mengindikasikan bahwa suhu pada stasiun pengambilan sampel telah melampaui standar yang ditetapkan berdasarkan baku mutu Kepmen LH No. 51 tahun 2004, yakni untuk biota laut berkisar 28- 30°C (Mariwy dkk, 2019). Sementara Salinitas di perairan pelabuhan Tahoku Desa Hila menggambarkan bahwa perairan ini tergolong pada perairan *mixohaline*, yang memiliki salinitas kisaran 0,5-30 ‰. Salinitas berperan dalam penyebaran organisme perairan, serta oksigen terlarut sangat yang penting untuk respirasi biota perairan dan proses dekomposisi (Sidabutar dkk, 2019), Mariwy, dkk, 2022.

Sementara derajat keasaman (pH) air laut pada Pelabuhan Tahoku berdasarkan Tabel 1 terendah berada pada stasiun IV hal ini disebabkan karena banyaknya air sungai yang masuk ke laut. Sedangkan pH tertinggi berada pada lokasi I. Menurut Kusumaningtyas, dkk., (2014), pH semakin meningkat ke arah laut lepas. Pada perairan pesisir, variasi nilai pH berkisar antara rata-rata 7,5 dan 8,5 yang juga ditentukan oleh habitat. Nilai pH pada perairan pesisir juga memiliki fluktuasi musiman dan harian. Sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004, nilai pH yang baik bagi biota laut adalah 7 - 8,5, maka nilai pH di lokasi penelitian masih dalam kondisi yang baik, dengan sebaran nilai pH makin kecil ke arah muara sungai yang disebabkan oleh pencampuran air dari sungai.

### 3.3 Penentuan Ukuran Butir Partikel Sedimen

Berdasarkan hasil penentuan ukuran butir sedimen yang diambil pada 4 lokasi pengambilan sampel dapat diklasifikasikan berdasarkan ukuran partikel sedimen yang ditampilkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Grafik presentasi ukuran butir sedimen

Grafik presentasi ukuran partikel sedimen yang ditampilkan pada Gambar 2 menunjukkan tekstur sedimen berupa pasir dan kerikil dengan persentase ukuran partikel sedimen yang berbeda. Pada lokasi I, IV, presentasi pasir lebih besar dari pada kerikil dan lumpur sehingga diklasifikasikan kedalam jenis substrat pasir kerikilan. Tekstur dengan tipe substrat pasir sulit untuk mengikat logam. Hal ini disebabkan oleh ukuran sedimen yang lebih kasar dibandingkan dengan tipe substrat lain, sehingga logam dan bahan organik lainnya sulit mengendap (Male dkk, 2017). Data pada stasiun IV juga menunjukkan presentasi lumpur sekitar 4 persen sehingga berkontribusi pada tingginya konsentrasi logam Pb pada lokasi tersebut dibandingkan ketiga lokasi lainnya. Sedangkan pada lokasi II dan III dengan presentase kerikil, pasir lebih tinggi dari lumpur maka diklasifikasikan ke dalam jenis substrat kerakal pasiran.

### 3.4 Pelakuan dan Peparasi Sampel

Sampel sedimen yang telah diambil dari lokasi penelitian di keringkan selama 2 jam di dalam oven dengan suhu 75°C untuk mendapatkan hasil yang kering dan bebas dari kandungan air. Kemudian Sampel sedimen didestruksi secara basah. Destruksi basah lebih baik dibandingkan dengan destruksi kering karena tidak banyak bahan yang hilang dengan suhu destruksi yang rendah. Di samping itu destruksi dengan cara basah biasanya dilakukan untuk memperbaiki cara kering yang biasanya memerlukan waktu yang lama. Tujuan dilakukannya proses destruksi ini adalah untuk mendapatkan larutan yang tercampur sempurna dengan analit, dekomposisi yang sempurna dari padatan, dan menghindari hilangnya atau terjadinya kontaminasi analit (Rodiana et al., 2013). Proses destruksi menggunakan asam pengoksidasi pekat yaitu campuran HNO<sub>3</sub> dengan HCl (1:3). Aquaregia merupakan zat pengoksidasi yang kuat yang dapat melarutkan semua jenis logam. (Dewi, 2012).

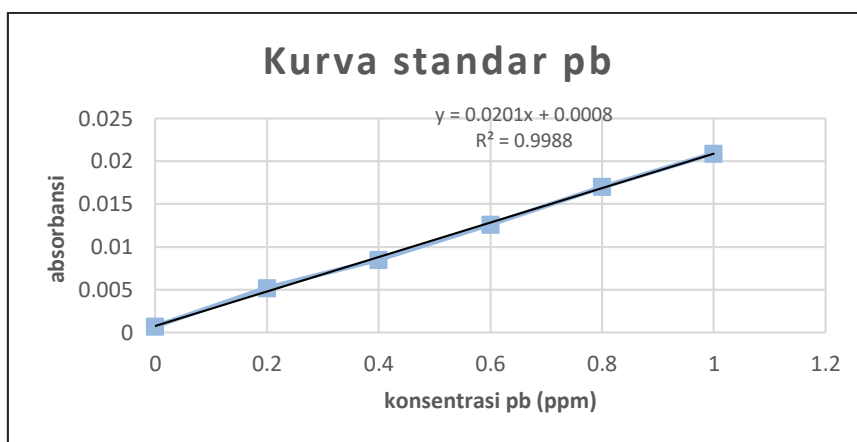
### 3.5 Pembuatan Kurva Standar

Kurva standar merupakan bagian terpenting dalam melakukan pengkajian kadar suatu unsur dalam analisis kimia. Dalam pembuatan kurva kalibrasi diawali dengan dibuatnya seri larutan standar timbal (Pb) dengan konsentrasi 0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 dan 1,0 ppm. Kemudian diukur absorbansinya menggunakan Spektrometer Serapan Atom (SAA). Hasil pengukuran absorbansi larutan standar diperlihatkan pada tabel 2.

**Tabel 2.** Absorbansi larutan standar

| Konsentrasi (ppm) | Absorbansi |
|-------------------|------------|
| 0.0               | 0.0007     |
| 0.2               | 0.0052     |
| 0.4               | 0.0085     |
| 0.6               | 0.0126     |
| 0.8               | 0.0170     |
| 1.0               | 0.0209     |

Absorbansi yang diperoleh kemudian diplotkan terhadap konsentrasi larutan standar untuk memperoleh kurva standar. Kurva standar memperlihatkan bahwa absorbansi larutan standar akan meningkat dengan meningkatnya konsentrasi larutan standar. Absorbansi larutan standar akan meningkat dengan meningkatnya konsentrasi atau dapat dikatakan bahwa adanya hubungan yang linear antara konsentrasi dengan serapan. Hal ini di dukung dengan koefisien korelasi pengukuran yang mendekati 1 yakni sebesar (0.999). Persamaan regresi yang diperoleh pada pengukuran ini adalah  $y = 0.0201x - 0.0008$  dengan  $y$  adalah dabsorbans dan  $x$  adalah konsentrasi (mg/Kg).

**Gambar 3.** Kurva satandar Pb

### 3.6 Kadar Timbal Pada Sedimen

Setelah dibuat kurva standar selanjutnya dilakukan pengukuran absorbansi larutan sampel menggunakan spektrofotometri serapan atom. Dari hasil diperoleh data pada tabel 3.

**Tabel 3.** Pengukuran Absorbansi Sampel

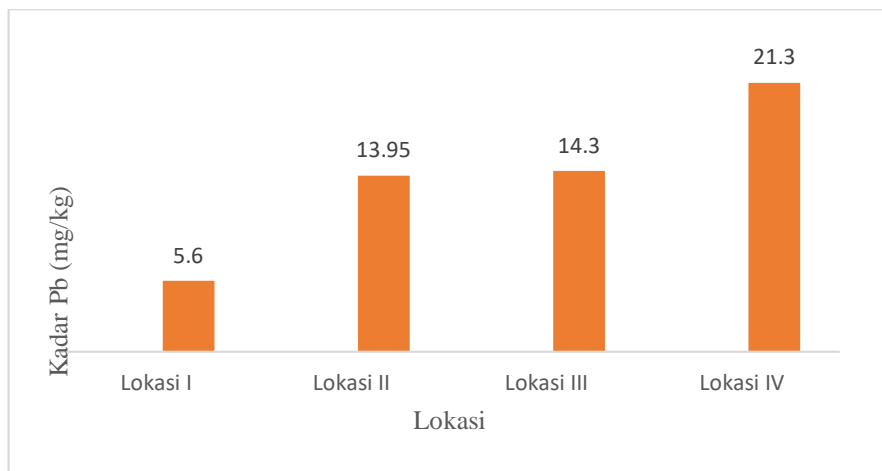
| Sampel Sedimen | Absorbansi | Konsentrasi (mg/L) |
|----------------|------------|--------------------|
| Stasiun I      | 0,009      | 0,448              |
| Stasiun II     | 0,0112     | 1,116              |
| Stasiun III    | 0,0115     | 1,144              |
| Stasiun IV     | 0,0172     | 1,704              |

Berdasarkan hasil pengukuran absorbansi dan konsentrasi keempat sampel pada tabel 3, maka dapat dihitung kadar logam timbal (mg/kg) dari masing-masing sampel dan hasilnya ditampikna dalam tabel 4 berikut.

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Kadar logam Pb

| Sampel Sedimen | Konsentrsi Pb (mg/L) | Kadar (mg/kg) |
|----------------|----------------------|---------------|
| Stasiun I      | 0,448                | 5,6           |
| Stasiun II     | 1,116                | 13,95         |
| Stasiun III    | 1,144                | 14,3          |
| Stasiun IV     | 1,704                | 21,3          |

Hasil analisis kadar logam Pb dalam keempat sampel sedimen memperlihatkan bahwa kandungan logam timbal pada stasiun IV lebih tinggi (21.3 mg/kg) dibandingkan stasiun I, II dan III. Tingginya kadar Pb pada stasiun IV berkorelasi dengan ukuran butir partikel sedimen seperti tampak pada Gambar 2, di mana pada stasiun tersebut menunjukkan presentasi lumpur sekitar 4 persen sehingga berkontribusi pada tingginya konsentrasi logam Pb pada stasiun tersebut dibandingkan ketiga stasiun lainnya. Selanjutnya grafik kadar logam Pb pada setiap stasiun dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



**Gambar 3.** Grafik kadar logam Pb

Tingginya kadar logam Pb perairan pelabuhan Tahoku seperti ditunjukkan pada Gambar 4 berhubungan dengan peristiwa antropogenik yaitu masuknya bahan pencemar ke lingkungan akibat aktivitas manusia dan peristiwa antropogenik yang terjadi di pelabuhan Tahoku adalah pembuangan limbah rumah tangga serta pemakaian bensin dalam jumlah besar sebagai bahan bakar *speed boat*. Hasil analisis kadar Pb seperti tampak pada Tabel 4 juga menunjukkan bahwa kadar logam timbal pada setiap stasiun masih di bawah standar yang ditetapkan oleh *National Sediment Quality Survey* (US EPA 2022) yaitu 47,82-161,06 ppm.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa ukuran butir partikel sedimen adalah gravel berkisar 0,56-48,55%, pasir 74,84-99,42 %, dan lumpur 0,37- 0,96 %. Dan pada beberapa stasiun di Perairan Pelabuhan Tahoku, di peroleh hasil (stasiun I 5.6 mg/kg, stasiun II 13.95 mg/kg, stasiun III 14.3 mg/kg, stasiun IV 21.3 mg/kg), dapat disimpulkan bahwa kandungan logam Pb pada sedimen di perairan pelabuhan Tahoku juga menunjukkan bahwa kadar logam timbal pada setiap stasiun masih di bawah standar yang ditetapkan oleh *National Sediment Quality Survey* (US EPA 2022) yaitu 47,82-161,06 ppm.

#### Daftar Pustaka

- Arnot, J, dan Gobas, F. (2006). A review of bioconcentration factor (BCF) and bioaccumulation factor (BAF) assessments for organic chemicals in aquatic organisms. *Environ. Rev.* 14, 257–297
- Haupea, A, Mariwy, A, Dulanlebit Y.H, Male Y.T (2022). Analisis Kadar Logam Timbal (Pb) Pada Sedimen di Perairan Pelabuhan Hitu. *Molluca Journal of Chemistry Education*. Vol. 12 No. 2 Hal: 84-95.
- Jinca & Yamin, N, (2011). Transportasi Laut Indonesia” Analisis Sistem dan Studi Kasus” *Brilian Internasional Surabaya*.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI. 2004. Tentang Baku Mutu Air Laut
- Kusumaningtyas, M.A, Bramawanto, R., Daulat, A., Pranowo, W.S. (2014). Kualitas Perairan Natuna Pada Musim Transisi. *Jurnal Depik*, Vol 3 (1) : 10- 20



- Male, Y.T., Malle, D., & M, Catherina. (2017). Analisis Kadar Logam Kadmium (Cd) Dan Timbal (Pb) Pada Sedimen Di Teluk Ambon Bagian Dalam. *Indo. J. Chem. Res.* Vol 5. No. 1. 25
- Mariwy, A., Male, Y. T., Manuhutu, B. J. (2019), Mercury (Hg) Contents Analysis in Sediments at Some River Estuaries in Kayeli Bay Buru Island. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 546, 022012. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/546/2/022012>
- Mariwy, A, Lerebulan, F, Manuhutu J.B, & Nazudin (2022). Analisis Kandungan Merkuri (Hg) Pada Beberapa Jenis Ikan Hasil Tangkapan Nelayan di Desa Kaki Air Teluk Kayeli Pulau Buru. *Jurnal Chemistry Progres* Vol. 15 No. 2, November
- Putra A,A, Djalante. S (2016). Pengembangan Infrastruktur Pelabuhan Dalam Mendukung Pembangunan Berkelanjutan, *Jurnal Ilmiah Media Engineering* Vol.6 No.1, Januari (433-4) ISSN: 2087-9334 433
- Sidabutar E.A, Sartimbul, A., & Handayani M, (2019), Distribusi suhu, salinitas dan oksigen terlarut terhadap kedalaman di perairan Teluk Prigi Kabupaten Trenggalek. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 3(1), 46-52.
- US EPA. (2022), *Environmental Topics (sediments)* EPA, USA
- Yona. D, Andira, Hikmah. S, Sari. J (2016). Lead (Pb) Accumulation in Water, Sediment and Mussels (*Hiatulachinensis*) from Pasir Panjang Coast, Lekok-Pasuruan. *Research Journal of Life*