

## **Formulasi Pengelolaan Pencemaraan Logam Berat di Perairan Pelabuhan Belawan**

**Yuni Yolanda<sup>1\*</sup>, Nurul Amri Komarudin<sup>1</sup>, Adi Mawardin<sup>2</sup>, Novi Andareswari<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Teknologi Sumbawa, Sumbawa, Indonesia*

<sup>2</sup>*Program Studi Teknik Sipil, Universitas Teknologi Sumbawa, Sumbawa, Indonesia*

<sup>3</sup>*Universitas Terbuka Malang, Malang, Indonesia*

*E-mail: yuni.yolanda@uts.ac.id*

### **Abstrak**

*Pelabuhan Belawan memiliki daerah lingkungan kerja (DLKr) dan daerah lingkungan kepentingan (DLKp). Pengoperasian dan pengembangan pelabuhan erat kaitannya dengan dampak negatif yang ditimbulkan terhadap zona pesisir dan sekitarnya. Tujuan penelitian ini adalah melihat konsentrasi logam berat di sedimen perairan serta merumuskan strategi yang tepat untuk pengelolaan logam berat di perairan Pelabuhan Belawan Medan. Lokasi penelitian dilakukan di DLKr dan DLKp Pelabuhan Belawan Medan dengan pengambilan sampel secara random sampling sebanyak 10 stasiun pemantauan. Logam berat yang dianalisis meliputi timbal (Pb), tembaga (Cu), cadmium (Cd), dan merkuri (Hg). Konsentrasi logam berat tertinggi adalah Pb dengan nilai 15.50-68.43 mg/kg, sedangkan konsentrasi terendah adalah Hg dengan nilai <0.11 ppb. Strategi pengelolaan pencemaran logam berat di perairan Pelabuhan Belawan Medan yang menjadi prioritas yaitu pembersihan lingkungan dari sampah untuk mewujudkan kawasan lingkungan wilayah pesisir yang berkelanjutan.*

**Kata kunci:** *analisis hirarki proses; logam berat; pelabuhan belawan; sedimen*

### **PENDAHULUAN**

Pelabuhan Belawan merupakan pintu gerbang perekonomian daerah Sumatera Utara yang memiliki daerah lingkungan kerja (DLKr) seluas 12,072.33 ha yang terdiri dari beberapa pangkalan dan terminal. Pengembangan dan pengoperasian pelabuhan erat kaitannya dengan dampak negatif yang ditimbulkan terhadap zona pesisir dan sekitarnya. Kegiatan pengembangan dan operasi seperti pembangunan dermaga, proyek reklamasi pelabuhan, masukan kontaminan dari beberapa sumber pencemar seperti limbah cair hasil kegiatan industri pada kawasan DLKr pelabuhan, serta penggunaan cat *antifouling* yang digunakan untuk melapisi lambung kapal membuat kondisi perairan di Pelabuhan Belawan menjadi sangat rentan terhadap pencemaran. Sumber pencemar lain yang tidak kalah pentingnya adalah berasal dari daerah lingkungan kepentingan (DLKp) pelabuhan seperti kawasan

permukiman, kegiatan industri, pariwisata, dan kegiatan antropogenik lainnya yang mempengaruhi kondisi perairan di Pelabuhan Belawan Medan.

Aktivitas antropogenik pada DLKr dan DLKp Pelabuhan Belawan, serta adanya pengaruh kondisi geografis Pelabuhan Belawan yang berada di perairan terbuka dan merupakan tempat bermuaranya dua sungai besar yaitu Sungai Deli dan Sungai Belawan menyebabkan permasalahan di wilayah pesisir khususnya perairan Pelabuhan Belawan menjadi sangat kompleks. Setiap kegiatan antropogenik menghasilkan polutan yang berbahaya jika dibuang langsung ke perairan umum sebelum dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Adapun polutan yang toksik terhadap lingkungan salah satunya adalah polutan logam berat.

Secara umum kadar logam berat di perairan pada konsentrasi tertentu dibutuhkan oleh biota laut untuk proses fotosintesis. Namun, jika konsentrasi logam berat di perairan menjadi berlebihan akan membahayakan kehidupan biota yang hidup di dalam perairan tersebut. Terakumulasinya logam berat dalam sedimen dapat menimbulkan akumulasi logam berat pada tubuh biota laut misalnya kerang yang hidup serta mencari makan di dalam perairan maupun di sekitar sedimen yang sudah terkontaminasi logam berat akan mencemari kehidupan biota laut tersebut dan akhirnya membahayakan manusia yang mengkonsumsinya (Permanawati, dkk., 2013). Senyawa logam ini dapat terkumpul pada tubuh organisme dengan rentan waktu yang sangat lama berstatus racun terakumulasi (Suryono, 2016).

Berdasarkan permasalahan di atas, sehingga penelitian ini penting dilakukan untuk mengkaji konsentrasi logam berat di perairan DLKr dan DLKp Pelabuhan Belawan Medan. Setelah mengetahui konsentrasi logam berat di dalam perairan maka dapat dilakukan formulasi strategi pengelolaan pencemaran perairan yang tepat di perairan Pelabuhan Belawan Medan. Hasil kajian diharapkan dapat membantu penyusunan keputusan serta membuat rangkaian yang berkaitan dengan pemecahan masalah dalam pencemaran logam berat di perairan Pelabuhan Belawan Medan.

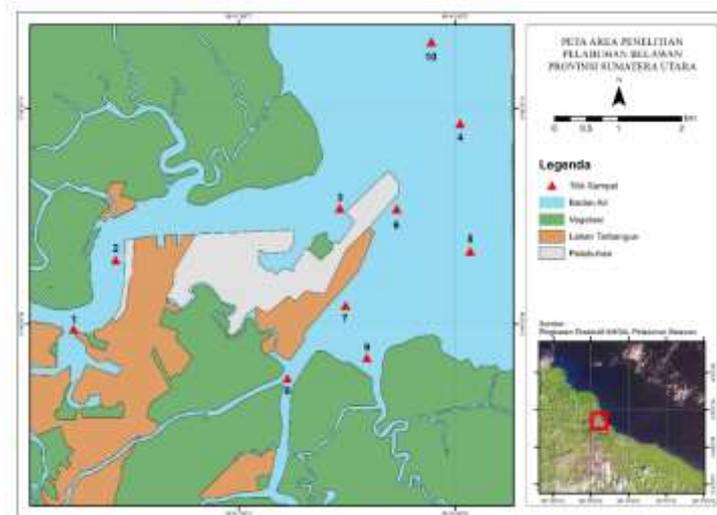
**METODE PENELITIAN**

**Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di perairan daerah lingkungan kerja (DLKr) dan daerah lingkungan kepentingan (DLKp) PT. Pelindo 1 cabang Belawan Medan. Yang meliputi muara Sungai Belawan dan Sungai Deli (sebelum dan sesudah aktivitas pelabuhan). Penentuan lokasi pengambilan sampel bersifat *purposive sampling* yang dianggap mewakili daerah di perairan Pelabuhan Belawan. Penentuan titik stasiun menggunakan *global positioning system* (GPS).

**Tabel 1.** Lokasi Pemantauan Parameter Kualitas Perairan

<b>Kode Stasiun</b>	<b>Titik Pengambilan Sampel Sedimen</b>	<b>Daerah Lingkungan</b>
St 1	Muara Sungai Belawan	DLKp
St 2	Terminal penumpang-terminal LANTAMAL	DLKr
St 3	Dermaga bongkar muat	DLKr
St 4	Proyek reklamasi pelabuhan	DLKr
St 5	Laut Sungai Deli	DLKr
St 6	Wisata <i>Ocean</i> Pasifik	DLKp
St 7	Pelabuhan perikanan Belawan Medan (PPS)	DLKp
St 8	Muara Sungai Deli 1	DLKp
St 9	Muara Sungai Deli 2	DLKp
St 10	Laut Sungai Belawan	DLKr



Gambar 1. Peta Titik Pemantauan Kualitas Perairan Pelabuhan Belawan Medan.

### Penanganan Sampel

Pengambilan sampel sedimen dilakukan untuk mengetahui konsentrasi logam berat di Perairan Pelabuhan Belawan Medan. Pengambilan sampel dilakukan satu kali pada saat surut dengan menggunakan *van veen grab*, pada lapisan permukaan sedimen yang merupakan lapisan oksik sedimen pada kedalaman 0-5 cm. sampel sedimen kemudian dimasukkan ke dalam kotak kecil *polietilen* 250 ml yang sebelumnya sudah dibersihkan dengan air lending kemudian dilakukan perendaman dalam  $\text{HNO}_3$  1:1 semalaman, kemudian dibilas tiga kali dengan aquades. Sampel dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label lalu disimpan ke dalam *cool box* kemudian sampel dibawa ke laboratorium Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan untuk dianalisis lebih lanjut. Jenis logam berat yang dikaji dalam penelitian ini yaitu timbal (Pb), tembaga (Cu), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg) yang sudah diketahui berpotensi toksik bagi sebagian besar biota yang hidup di perairan dan telah direkomendasikan oleh agensi lingkungan seperti US-EPA (Sudarso, dkk., 2005).

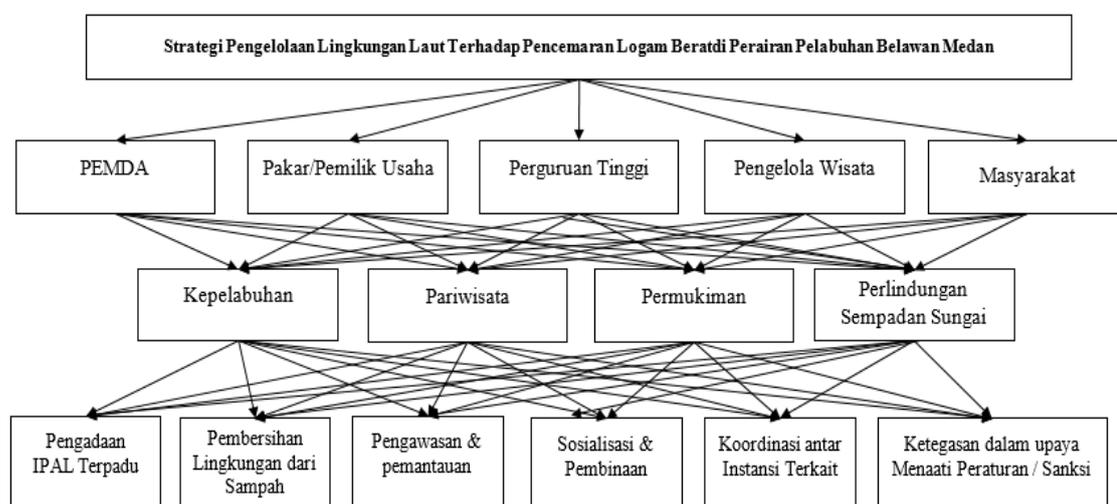
### Analisis Status Mutu Sedimen di Perairan Pelabuhan

Penentuan bobot bukti dari hasil analisis kimia di sedimen diprediksi dengan menggunakan beberapa pedoman baku mutu sedimen yang dikeluarkan oleh negara lain meliputi *Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality* dari *Australian and New Zealand Environment and Conservation Council/ Agricultural and Resource Management Council of Australia and New Zealand* (ANZECC/ARMCANZ) dan oleh *Canadian Environmental Quality Guidelines* dari *Canadian Council of Minister Environment* (CCME, 2001) yang secara rinci dapat dilihat dalam Burton (2002). Hal ini disebabkan karena Indonesia belum memiliki pedoman baku mutu sedimen begitu juga di beberapa negara lainnya.

### Formulasi Pengelolaan Pencemaran Perairan Pelabuhan Belawan

Formulasi pengelolaan pencemaran perairan di Pelabuhan Belawan Medan menggunakan metode *analytical hierarchy process* (AHP). Metode AHP diharapkan dapat memprioritaskan strategi apa yang dapat direncanakan untuk pengelolaan perairan Pelabuhan Belawan. Pada penelitian ini menggunakan metode penilaian dan pemilihan alternatif yang secara umum digunakan yaitu *pairwise comparative judgment matrices* (PCJM) sebagai berikut:

- a. Membuat dan menyusun struktur hirarki meliputi aktor, aspek dan alternatif strategi.
- b. Mendefinisikan struktur hierarki masalah yang akan dipecahkan. Fokus/tujuan/goal yaitu alternatif strategi pengelolaan pencemaran perairan di Pelabuhan Belawan Medan.
- c. Mendefinisikan aktor (*stakeholder*), yakni pemangku kepentingan dalam pengelolaan sumber daya perairan di Pelabuhan Belawan meliputi pemerintah daerah (Pemda), pengelola kepelabuhan, perguruan tinggi, pengelola wisata, dan masyarakat.
- d. Mendefinisikan aspek permasalahan yakni kepelabuhan, pariwisata, permukiman, dan pengelolaan sempadan sungai.
- e. Mendefinisikan alternatif/arahan strategi yakni pengadaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) terpadu, pembersihan lingkungan dari sampah, pengawasan dan pemantauan, sosialisasi dan pembinaan, koordinasi antar instansi terkait, serta ketegasan taat pada aturan (sanksi).
- f. Membuat perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya.



**Gambar 2.** Hierarki Proses Pengelolaan Pencemaran Perairan Pelabuhan Belawan.

Formulir kuesioner telah disiapkan untuk mempermudah wawancara yang dilakukan terhadap responden yang dipilih dalam upaya mendukung ketepatan sasaran dan tujuan dalam formulasi strategi pengelolaan pencemaran perairan akibat logam berat di Pelabuhan Belawan Medan. Hasil kuesioner disajikan dalam bentuk matriks perbandingan berpasangan. Ada 20 responden yang teridentifikasi untuk memberikan kontribusi pendapat justifikasi pakar (*expert judgment*) yang mewakili berbagai instansi pemerintah daerah dan instansi swasta yang berkaitan dengan pengelolaan pencemaran logam berat di Pelabuhan Belawan Medan. Hasil kuesioner yang telah diisi dan diolah dapat menentukan persentase (bobot) dari kriteria yang digunakan. Perhitungan selanjutnya menggunakan rumus konsistensi indeks untuk menentukan validasi data yang digunakan. Pengolahan data kuesioner untuk pemilihan strategi pengolahan pencemaran logam berat di Pelabuhan Belawan menggunakan aplikasi *software expert choice*.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Status Mutu Sedimen di Perairan Pelabuhan**

Hasil pengukuran konsentrasi logam berat dalam sedimen di perairan Pelabuhan Belawan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3. Berdasarkan hasil uji sampel sedimen dapat dilihat bahwa konsentrasi logam berat tertinggi di perairan Pelabuhan Belawan adalah Pb dengan nilai berkisar 15.5-68.43 mg/kg. Konsentrasi logam berat tertinggi selanjutnya yaitu Cu dengan kisaran nilai 1.68-21.49 mg/kg. Konsentrasi logam berat Cd berkisar 0.9-2.1 mg/kg sedangkan untuk konsentrasi Hg memiliki nilai sangat kecil <0.11 mg/kg.

**Tabel 2.** Konsentrasi Logam Berat dalam Sedimen di Perairan Pelabuhan Belawan

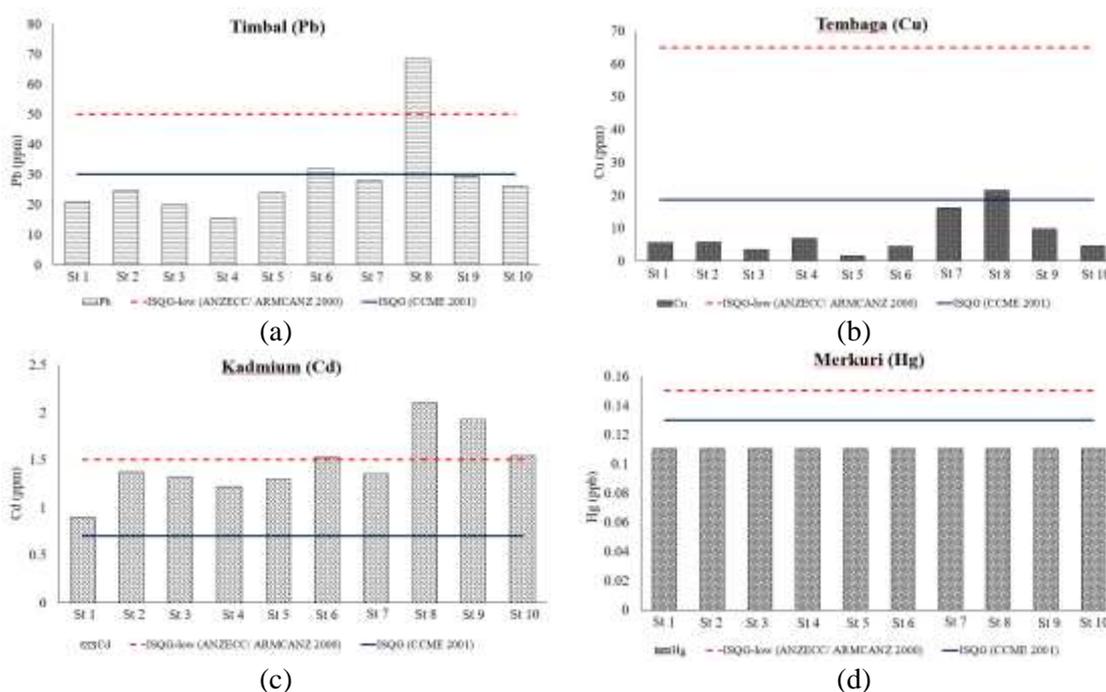
Stasiun	Logam Berat (mg/kg)				
	Pb	Cu	Cd	Hg	
1	20.99	5.64	0.90	< 0.11	
2	24.69	5.80	1.37	< 0.11	
3	19.82	3.42	1.32	< 0.11	
4	15.50	6.86	1.22	< 0.11	
5	23.97	1.68	1.30	< 0.11	
6	31.90	4.53	1.53	< 0.11	
7	28.00	16.24	1.35	< 0.11	
8	68.43	21.49	2.10	< 0.11	
9	29.46	9.82	1.92	< 0.11	
10	25.93	4.55	1.54	< 0.11	
<b>Baku Mutu Sedimen</b>					
ANZECC/ARMCANZ	Low	50	65	1.5	0.15
Guedelines	High	220	270	10	1
CCME	ISQG*	30.2	18.7	0.7	0.13
	PEL**	112	108	4.2	0.7

(\*) *ISQG, interim sediment quality guidelines*

(\*\*) *PEL, probable effect levels*

Pada perairan Pelabuhan Belawan Medan konsentrasi logam berat sangat bervariasi. Konsentrasi logam berat tertinggi yaitu Pb dengan nilai 68.43 mg/kg. Jika dibandingkan dengan baku mutu ANZECC/ARMCAN (2000) terdapat 1 stasiun yang berada di atas baku mutu yaitu stasiun 8 (muara Sungai Deli 1). Sedangkan jika dibandingkan dengan baku mutu CCME (2001) mengindikasikan bahwa konsentrasi Pb yang melewati ISQG selain stasiun 8 yaitu stasiun 6 (*Ocean pPasifik*) yang bernilai 31.90 mg/kg dan stasiun 9 (muara Sungai Deli 2) hampir mendekati ISQG dengan nilai 29.46 mg/kg. Konsentrasi Pb terendah yaitu stasiun 4 (proyek reklamasi pelabuhan) dengan nilai 15.50 mg/kg. sama halnya dengan Pb, konsentrasi Cu yang berada di atas baku mutu CCME (2001) hanya terdapat pada satu stasiun yaitu stasiun 8 dengan nilai 31.49 mg/kg.

Konsentrasi Cd jika dibandingkan dengan baku mutu ANZECC/ARMCANZ (2000) terdapat empat stasiun berada di atas baku mutu yaitu stasiun 8 (muara Sungai Deli 1), stasiun 9 (muara Sungai Deli 2), stasiun 10 (laut Sungai Belawan) dan stasiun 6 (wisata Ocean Pasifik). Sedangkan jika dibandingkan dengan baku mutu CCME (2001) seluruh stasiun berada di atas baku mutu. Kadmium (Cd) dalam air laut maupun sungai umumnya berasal dari pencemaran oleh limbah domestik dan industri. Industri yang menghasilkan limbah Cd adalah industri baterai, cat, tekstil, plastik, dan lain sebagainya. WHO (1992) menyatakan bahwa Cd dapat tersebar sejauh 50 km dari sumber pencemarnya.



**Gambar 3.** Perbandingan Konsentrasi Logam Berat dalam Sedimen dengan Baku Mutu (a) konsentrasi timbal (Pb) (b) konsentrasi tembaga (Cu) (c) konsentrasi kadmium (Cd) (d) konsentrasi merkuri (Hg).

Konsentrasi Hg di sedimen perairan Pelabuhan Belawan bernilai di bawah baku mutu pada seluruh stasiun pengamatan. Berdasarkan hasil tersebut terlihat bahwa walaupun kandungan Hg di sedimen perairan Pelabuhan Belawan sangat kecil tetapi konsentrasinya tetap terdeteksi dan tidak bernilai 0 (nol). Kadar logam berat yang rendah di air laut bukan berarti tidak memiliki dampak negatif terhadap ekosistem perairan, namun lebih disebabkan karena kemampuan perairan tersebut untuk mengencerkan bahan cemaran yang cukup tinggi (Rochyatun, dkk., 2006).

Daerah yang memiliki konsentrasi logam berat di atas baku mutu rata-rata berada di daerah lingkungan kepentingan (DLKp) Pelabuhan Belawan. Stasiun yang memiliki konsentrasi rata-rata logam berat tertinggi yaitu stasiun 8 (muara Sungai Deli 1) yang berada di mulut muara Sungai Deli, kemungkinan disebabkan adanya pengaruh dari aktivitas antropogenik. Aktivitas antropogenik seperti permukiman warga, kegiatan industri skala kecil hingga skala besar seperti kawasan industri Medan (KIM), aktivitas pertanian, dan perikanan yang berada di daerah aliran Sungai Deli (DAS) memiliki buangan limbah atau polutan melalui aliran air ataupun anak sungai lalu terbawa ke muara sungai dan kemudian terakumulasi di muara karena adanya pengaruh pasang surut dan gelombang air laut.

Logam berat yang terlarut di dalam air diadsorpsi oleh partikel halus kemudian aliran air sungai dibawa ke muara sehingga partikel halus tersebut mengendap di muara sungai. Hal ini yang menyebabkan konsentrasi logam berat dalam sedimen muara sungai menjadi tinggi dibandingkan di sungai maupun di laut lepas. Muara sungai sering mengalami proses sedimentasi akibat logam yang sukar larut mengalami proses pengenceran yang berada di kolom air lama kelamaan akan turun ke dasar dan mengendap dalam sedimen. Hal ini yang mendasari konsentrasi logam berat pada muara Sungai Deli lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun pengamatan lainnya. Pengendapan sedimen di muara sungai juga biasanya diakibatkan oleh penurunan kecepatan arus karena muara sungai menjadi tempat bertemunya aliran sungai yang menuju laut dan aliran laut yang menuju sungai sehingga ketika

kecepatan arus melemah dan tidak mampu membawa angkutan sedimen lalu mengendap di sekitar muara sungai (Srijati, dkk., 2017).

Konsentrasi logam berat Pb, Cu, dan Cd di dalam perairan pelabuhan cukup tinggi dan melebihi baku mutu khususnya pada stasiun 8 (muara Sungai Deli 1) yang berada di wilayah DKLP Pelabuhan Belawan dan stasiun pengamatan ini belum ada pengaruh aktivitas kepelabuhan. Sedangkan untuk kandungan Cd melebihi baku mutu disetiap stasiun pengamatan. Secara umum konsentrasi logam berat di perairan dibutuhkan oleh hewan renik untuk proses fotosintesis, namun jika konsentrasinya berlebihan dan melampaui baku mutu maka kualitas perairan akan menurun dan sangat berbahaya bagi biota laut yang hidup di perairan tersebut. Oleh sebab itu, perlu dilakukan formulasi pengelolaan pencemaran perairan di Pelabuhan Belawan supaya kualitas perairan tetap terjaga keberlangsungannya untuk generasi yang akan datang.

**Formulasi Pengelolaan Pencemaran Perairan Pelabuhan Belawan**

Penentuan strategi untuk mempertahankan fungsi perairan di area Pelabuhan Belawan Medan dilakukan langkah awal berupa wawancara dengan pihak Pelindo I Cabang Belawan, Pemerintah Kota Medan terkait, serta warga yang memanfaatkan perairan di sekitar Pelabuhan Belawan Medan. Berdasarkan hasil wawancara diperoleh prioritas pada masing-masing level kepentingan untuk pengelolaan pencemaran perairan di Pelabuhan Belawan Medan.

Hasil formulasi pengelolaan pencemaran perairan di Pelabuhan Belawan menggunakan *software Expert Choice* melalui pemodelan strategi yang dilakukan secara medalam melalui wawancara dengan *stakeholder* terkait serta sebar kuesioner kepada 20 orang *expert* dalam bidang pencemaran perairan dan pengelolaan wilayah pesisir serta para pengambil keputusan. Hasil kuesioner yang diberikan merupakan bobot tingkat kepentingan pada level kriteria dan sub kriteria, serta penilaian kinerja alternatif dengan metode *analytical hierarchy process* (AHP). Hasil bobot dapat dilihat pada masing-masing tabel di bawah ini.

- a. Bobot Kepentingan pada Level Kriteria

**Tabel 3.** Analisis AHP Prioritas Aktor (stakeholder)

<b>Decision Pengelolaan Pencemaran di Perairan Pelabuhan Belawan Medan</b>		
<b>Aktor/stakeholder</b>	<b>Value</b>	<b>Decision Scores</b>
Pengelola Kepelabuhan	.349	
PEMDA	.214	
Masyarakat	.203	
Pengelola Wisata	.150	
Perguruan Tinggi	.085	
<b>Overall Inconsistency = 0.01</b>		

Pada Tabel 3 menunjukkan bobot bahwa pengelola kepelabuhan dalam hal pengelolaan pencemaran perairan Pelabuhan Belawan menunjukkan aktor yang paling berpengaruh dalam pengelolaan pencemaran perairan adalah pengelola kepelabuhan (0.349) atau sekitar 34.9% dari total bobot aktor yang ada. Selanjutnya aktor pemerintah daerah (0.214), aktor lain yang cukup berperan adalah masyarakat (0.203) sementara pengelola wisata (0.150) dan perguruan tinggi (0.085) memiliki bobot aktor yang lebih kecil. Secara umum Pelabuhan Belawan Medan memiliki DLKr dan DLKp, pencemaran perairan akibat logam berat di beberapa stasiun baik di DLKr maupun DLKp menunjukkan bahwa aktor utama dalam pengelolaan pencemaran perairan di Pelabuhan khususnya akibat logam berat adalah pakar/pemilik dan penanggung jawab usaha kepelabuhan dan perindustrian kecil hingga besar baik di wilayah DLKp dan DLKr. Pemerintah daerah juga memiliki peran penting untuk

membuat kebijakan-kebijakan perihal pengelolaan pencemaran perairan di Pelabuhan Belawan serta berkoordinasi dengan pengelola kepelabuhan terhadap pengelola kepelabuhan untuk mengatasi pencemaran pelabuhan. Mengajak serta masyarakat dan *stakeholder* terkait untuk ikut berkontribusi menjaga kelestarian perairan Pelabuhan Belawan.

b. Bobot Kepentingan pada Prioritas Aspek Permasalahan

**Tabel 4.** Analisis AHP Prioritas Aspek Permasalahan

<b>Decision Pengelolaan Pencemaran di Perairan Pelabuhan Belawan Medan</b>		
<b>Permasalahan</b>	<b>Value</b>	<b>Decision Scores</b>
Kawasan Permukiman	.295	
Perl. Sempadan Sungai	.293	
Kepelabuhan	.256	
Pariwisata	.156	
<b>Overall Inconsistency = 0.01</b>		

Pada Tabel 4, hasil analisis prioritas aspek permasalahan kawasan permukiman (0.295) memiliki bobot nilai tertinggi sebagai prioritas utama dalam pengelolaan pencemaran perairan di Pelabuhan Belawan sekitar 29.5%. Terpaut sedikit dengan perlindungan sempadan sungai (0.293), sedangkan untuk kepelabuhan (0.256) dan pariwisata (0.156) memiliki bobot yang lebih kecil. Kawasan permukiman yang ada disepanjang aliran serta masih minimnya perlindungan sempadan Sungai Deli merupakan penyumbang terbesar pencemaran di wilayah pesisir. Adanya aktivitas antropogenik seperti kegiatan industri, perkantoran, dan permukiman membuat permasalahan dari hulu hingga hilir sungai menjadi kompleks. Selanjutnya limbah cair dari kegiatan domestik yang berasal dari permukiman di sepanjang aliran sungai kemudian tidak diolah terlebih dahulu dan dibuang langsung ke badan air akan mengakibatkan percepatan proses sedimentasi dan penurunan kualitas perairan khususnya di wilayah muara sungai.

c. Bobot Kepentingan pada Prioritas Strategi Pengelolaan Pencemaran Perairan

**Tabel 5.** Analisis AHP Prioritas Aspek Strategi Pengelolaan

<b>Decision Pengelolaan Pencemaran di Perairan Pelabuhan Belawan Medan</b>		
<b>Permasalahan</b>	<b>Value</b>	<b>Decision Scores</b>
Pembersihan lingkungan dr sampah	.337	
Koordinasi antar instansi terkait	.150	
Pengawasan dan pemantauan	.149	
Ketegasan taat aturan (Sanksi)	.134	
Sosialisasi dan pembinaan	.118	
Pengadaan IPAL Terpadu	.113	
<b>Overall Inconsistency = 0.06</b>		

Pada Tabel 5 diperoleh hasil analisis kepentingan alternatif dalam pengelolaan pencemaran perairan Pelabuhan Belawan khususnya pencemaran akibat logam berat. Hasil bobot alternatif pengelolaan menunjukkan bahwa alternatif pembersihan lingkungan dari sampah (0.337) dengan persentase 33.7% merupakan aspek paling penting yang perlu direalisasikan dalam pengelolaan pencemaran perairan. Hasil bobot alternatif lainnya yaitu koordinasi antar instansi terkait (0.150), pengawasan dan pemantauan (0.149), ketegasan atau penerapan sanksi bagi pelaku pencemaran (0.134), sosialisasi dan pembinaan (0.118), bobot nilai alternatif paling rendah adalah pengadaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) secara terpadu (0.113).

Pembersihan lingkungan dari sampah merupakan alternatif strategi yang tepat untuk pengelolaan pencemaran di perairan Pelabuhan Belawan. Sampah telah menjadi permasalahan serius saat ini, terutama di kota besar seperti Kota Medan. Kepadatan penduduk yang semakin tinggi maka aktivitas antropogeniknya semakin meningkat hal ini berbanding lurus dengan peningkatan jumlah sampah yang dihasilkan. Penumpukan sampah secara terus menerus di badan sungai akan menghasilkan pencemaran berupa air lindi (*leachate*) sebagai infiltrasi air yang masuk ke dalam timbunan sampah. Sampah memiliki senyawa logam yang terdekomposisi dan larut Bersama dengan terbentuknya limbah cair atau yang sering disebut dengan air lindi (Supriyantini & Endrawati, 2015).

Pengelolaan sampah secara baik di sepanjang aliran sungai dapat meminimalisir pencemaran di daerah muara sungai khususnya di perairan Pelabuhan Belawan. Strategi pengelolaan kepentingan untuk pencemaran perairan di wilayah pelabuhan yang letaknya di area pesisir yaitu perlu dilakukann koordinasi antar instansi terkait serta pentingnya pengawasan dan evaluasi secara berkala setiap tahunnya untuk melihat dampak akibat dari aktivitas antropogenik terhadap kondisi perairan. Pemberian sanksi tegas terhadap pelanggar pencemaran lingkungan perlu diberlakukan untuk memberikan efek jera serta dapat meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kelestarian lingkungan khususnya perairan dan biota yang hidup di perairan pelabuhan.

## **KESIMPULAN**

Kesimpulan dari penelitian ini adalah konsentrasi logam berat di Perairan Pelabuhan Belawan yang nilai cemarannya tertinggi adalah timbal (Pb) dengan nilai 68.43 mg/kg dan konsentrasi logam berat terendah adalah Hg dengan nilai <0.11 mg/kg. Daerah lokasi yang memiliki konsentrasi logam berat di atas baku mutu rata-rata berada di daerah lingkungan kepentingan (DLKp) Pelabuhan Belawan khususnya di muara Sungai Deli, akan tetapi semakin mengarah ke laut konsentrasi logam berat menunjukkan penurunan. Urutan formulasi strategi yang tepat untuk pengelolaan pencemaran logam berat adalah (1) pembersihan lingkungan dari sampah, (2) koordinasi antar instansi terkait, (3) pengawasan dan pemantauan, (4) ketegasan taat aturan, (5) sosialisasi dan pembinaan, dan (6) pengadaan IPAL terpadu. Dengan adanya penilaian konsentrasi logam berat dan formulasi strategi yang tepat ini, harapannya dapat dijadikan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan pengelolaan pencemaran perairan di Pelabuhan sehingga dapat menjamin keberlanjutan sumber daya alam khususnya sumber daya air di Pelabuhan Belawan.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Pelabuhan Indonesia I Cabang Belawan Medan yang telah memberikan izin dan membantu untuk melakukan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh dosen program studi Teknik Lingkungan Universitas Teknologi Sumbawa yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan artikel ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- ANZECC and ARMCANZ. 2000. *Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality*. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council dan Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand. ANZECC dan ARMCANZ, Canberra (AU).
- Burton, M. L., 2002. *Age, Growth, and Mortality of Mutton Snapper Lutjanus Alalis from The East Coast of Florida With A Brief Discussion of Management Implications*. *Fisheries Research*. 59: 31-41.
- CCME (Canadian Environmental Quality Guidelines). 2001. *Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines*. CEQGs. Canada
- Permanawati, Y., Rina, Z., dan Andrian, I., 2013. *Kandungan Logam Berat (Cu, Pb, Zn, Cd, dan Cr) dalam Air dan Sedimen di Perairan Teluk Jakarta*. *Jurnal Geologi Kelautan*. 11(1): 9-16.
- Rochyatun, E., Kaisupy, M., Taufik, dan Rozak, A., 2006. *Distribusi Logam Berat dalam Air dan Sedimen di Perairan Muara Sungai Cisadane*. *Makara Sains*. 10(1) : 35-40.
- Srijati, S., Baskoro, R., dan Sugeng, W., 2017. *Analisis Laju Sedimentasi di Perairan Muara Sungai Waridin Kabupaten Kendal*. *Jurnal Oseanografi*. 6(1): 246-253.
- Supriyantini, E., dan Endrawati, H., 2015. *Kandungan Logam Berat Besi (Fe) pada Air, Sedimen, dan Kerang Hijau (Perna viridis) di Perairan Tanjung Emas Semarang*. *Jurnal Kelautan Tropis*. 18(1).
- Sudarso, Y., Yoga, G. P., dan Suryono, T. 2005. *Kontaminasi Logam Berat di Sedimen: Studi Kasus Pada Waduk Saguling Jawa Barat*. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 12(1): 28-42.
- Suryono, C. A., 2016. *Akumulasi Logam Berat Cr, Pb dan Cu dalam Sedimen dan Hubungannya dengan Organisme Dasar di Perairan Tugu Semarang*. *Jurnal Kelautan Tropis*. 19(2): 143-149.