

STUDI KANDUNGAN DAN BEBAN PENCEMARAN LOGAM TIMBAL (Pb) PADA AIR BALAS KAPAL BARANG DAN PENUMPANG DI PELABUHAN TANJUNG EMAS SEMARANG

Azmi Umi Anisyah, Tri Joko, Nurjazuli

Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Diponegoro

Email: azmiumianisyah@gmail.com

Abstract : *The increasing of port activities causes increased pollution in the waters of the port due to ship waste. The ballast water is one of ship less waste monitored in the exchange activity. The purpose of this research is to determine content and the burden of the heavy metal pollution Lead (Pb) in the ballast water cargo and passenger ships. The type of research that used is descriptive survey with cross sectional approach. The variables of this research is content and pollution load by Lead (Pb) from ship ballast water. The research subjects are cargo and passenger ships that rely on the port of Tanjung Emas Semarang and carry ballast water which is limited by the inclusion and exclusion criteria as many as 30 ships. Measuring the levels of Lead using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method get a result that there are 1,12 to 4,12 mg/l with an average value of 2,59 mg/l of lead metal in ship ballast water. Calculation of lead pollution load due to the disposal of ship ballast water get an average value up to 0,83 kg/day with range value 0,01-5,46 kg/day. There are 8 ships consist of 1 passenger ship and 7 cargo ships that have a value of more than average pollution loads. The conclusion of this study is the lead content in all samples of cargo and passenger ships ballast water have a value above the quality standart by Permen LH No 5 of 2014 on Industrial Waste Quality Standart that is equal to 0,01 mg/l. Ship ballast water discharge to some extent has contributed to lead pollution in the waters of Tanjung Emas in Semarang.*

Keywords : *Pollution Load, Lead, Ballast, Ship*

PENDAHULUAN Latar Belakang

Pelabuhan Tanjung Emas merupakan satu-satunya pelabuhan di Semarang dan merupakan pelabuhan terbesar di Jawa Tengah. Pelabuhan Tanjung Emas Semarang terletak di pantai utara Provinsi Jawa Tengah. Berdasarkan data arus kunjungan kapal yang diperoleh dari Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Kelas I Tanjung Emas jumlah kapal barang dari

dalam maupun luar negeri yang sandar di Pelabuhan Tanjung Emas sepanjang tahun 2015 sebanyak 1848. Jumlah kedatangan kapal barang mengalami peningkatan setiap tahunnya terhitung mulai dari tahun 2013 hingga 2015. Jumlah kedatangan kapal penumpang berada di bawah jumlah kedatangan kapal barang yaitu sebanyak 619 kapal penumpang yang bersandar di pelabuhan Tanjung Emas sepanjang tahun 2015.¹

Peningkatan aktivitas perkapalan menyebabkan peningkatan pula pencemaran laut akibat aktivitas perkapalan. Pencemaran laut didefinisikan sebagai dimasukkannya oleh manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung, sesuatu benda, zat atau energi ke dalam lingkungan laut, sehingga menimbulkan akibat sedemikian rupa kepada alam dan membahayakan kesehatan serta kehidupan manusia dan ekosistem serta merugikan lingkungan yang baik dan fungsi laut sebagaimana mestinya. Pencemaran laut dapat disebabkan oleh adanya sisa damparan amunisi perang, buangan dan proses di kapal, buangan industri ke laut, proses pengeboran minyak di laut, buangan sampah dari transportasi darat melalui sungai, emisi transportasi laut dan buangan pestisida dari pertanian.^{2,3}

Air balas merupakan air yang dibawa oleh kapal sebagai penyeimbang dan pemberat kapal. Air balas yang dibawa suatu kapal dapat membawa logam berat dari lingkungan perairan asal, dan dibuang di lingkungan yang baru. Dengan demikian air balas merupakan salah satu limbah yang dihasilkan oleh aktifitas perkapalan. Aktifitas pertukaran air balas dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan tempat air balas dibuang. Data *Internasional Maritime Organization* (IMO) menunjukkan bahwa lebih dari 10 milyar ton air balas selalu dipertukarkan antar negara setiap tahunnya.⁴

Pencemaran logam berat pada air balas juga dapat terjadi pada saat air balas berada pada tangki balas. Penggunaan baja dalam besi dan baja sebagai bahan utama pembuatan kapal masih dominan. Dari segi biaya dan kekuatan, penggunaan besi dan baja untuk

bangunan kapal dan perpipaan memang cukup memadai. Tetapi besi dan baja sangat reaktif dan mempunyai kecenderungan yang besar untuk terserang korosi.⁴ Diduga terjadi korosi pada tangki balas dan sistem perpipaan pada saat air balas berada di dalam tangki. Salah satu penyebab korosi pada tangki balas kapal dan perpipaan disebabkan karena adanya sentuhan langsung dengan media yang korosif dalam hal ini air laut.

Logam berat salah satunya timbal yang ada di perairan suatu saat akan turun dan mengendap pada dasar perairan. Logam berat tidak dapat dihancurkan dan akan terakumulasi dalam perairan sehingga membentuk endapan. Hal ini menyebabkan organisme yang mencari makan di dasar perairan akan memiliki peluang yang besar untuk terpapar logam tersebut. Beberapa biota laut tertentu seperti kerang darah dapat mengakumulasi logam berat di tubuhnya jauh melebihi yang terkandung di perairan sekitarnya. Apabila biota laut tersebut dikonsumsi oleh masyarakat tentu akan menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia yang mengkonsumsinya. Keracunan akibat kontaminasi timbal bisa menimbulkan berbagai macam hal, seperti memperpendek sel darah merah yang masih muda, turunya kemampuan belajar, dan membuat anak-anak bersifat hiperaktif. Selain itu, mempengaruhi organ-organ tubuh, antara lain sistem saraf, ginjal, reproduksi, sistem endokrin dan jantung.^{5,6}

Penelitian di Tanjung Emas mengenai kandungan logam berat timbal pernah dilakukan oleh Moh Arif Rahman pada tahun 2013 dan mendapat hasil bahwa dari 30 sampel yang diperiksa terdapat 8

sampel memiliki kandungan timbal air balas kapal sebesar 0,110 mg/l sampai dengan 0,260 mg/l (26,7%) dan sebanyak 22 sampel air balas memiliki nilai di bawah baku mutu dengan nilai 0,007 mg/l sampai 0,083 mg/l (73,3%)⁷

Belum dilakukan pemeriksaan mengenai seberapa besar beban pencemaran logam timbal akibat pertukaran air balas kapal dan penumpang, sehingga perlu dilakukan pemeriksaan mengenai hal tersebut.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui seberapa besar kandungan serta beban pencemaran logam berat terutama timbal (Pb) pada air balas kapal yang mencemari wilayah Perairan Pelabuhan Tanjung Emas.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian survei deskriptif dengan pendekatan *cross sectional*. Adapun hal yang dideskripsikan adalah jumlah kedatangan kapal, umur kapal, sumber air balas kapal, kadar timbal air balas kapal, beban pencemar timbal air balas kapal, serta Kadar timbal air laut. Teknik pengambilan sampel penelitian ini menggunakan teknik *Purposive Sampling*. Populasi dalam penelitian ini adalah jumlah rata-rata selama satu bulan seluruh kapal barang dan kapal penumpang berbendera Indonesia yang membawa air balas serta memiliki berat lebih dari 400GT yang bersandar di pelabuhan Tanjung Emas Semarang pada tahun 2015 yaitu sebesar 34 kapal. Sampel dalam penelitian ini adalah air balas kapal barang dan penumpang yang bersandar di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang selama penelitian ini berlangsung. Selain itu peneliti juga mengambil

sampel air laut di Dermaga Nusantara, Samudera, dan Dwimatama. Kriteria inklusi sampel kapal adalah kapal yang menggunakan air balas dari laut maupun sungai. Kriteria eksklusi sampel kapal adalah kapal yang tidak mau menjadi responden. Sehingga didapatkan sampel kapal sebanyak 30 kapal barang dan penumpang.

Pengumpulan data penelitian dilakukan dengan cara observasi dan wawancara. Pengambilan sampel air balas dilakukan di dalam tangki air balas. Pemeriksaan kandungan logam berat Timbal (Pb) pada air balas kapal dan pada air laut dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia FMIPA Undip Semarang dan Balai Laboratorium Kesehatan (Balabkes) Jawa Tengah dengan menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) Perhitungan beban pencemaran menggunakan metode standar Kepmen LH No 51 th 1995 dengan modifikasi Berikut adalah rumus yang digunakan :

$$BPAi = (CA)j \times Dp \times f$$

Keterangan :

BPAi = Beban pencemaran per hari yang sebenarnya (kg parameter per hari)

(CA)_j = Kadar sebenarnya unsur pencemar _j (mg/l)

Dp = Hasil pengukuran debit limbah cair (m³ per hari)

f = faktor konversi= kg/1.000 gram

Kandungan logam timbal pada air balas kapal dianalisa dengan membandingkan hasil pengukuran dengan baku mutu air limbah sesuai dengan Permen LH No 05 tahun 2014. Hasil perhitungan beban

pencemaran, pemeriksaan dan observasi diuraikan dengan statistik deskriptif menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistic 19 dalam bentuk tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Sampel

Sampel kapal berjumlah 30 kapal yang terdiri atas 26 kapal barang dan 4 kapal penumpang yang bersandar di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Sampel kapal yang tidak memiliki nomor IMO sebanyak 17 unit (56,7%), sedangkan kapal yang memiliki nomor IMO sebanyak 13 unit (43,3%). Kapal yang tidak memiliki nomor IMO tersebut semuanya berjenis kapal barang. Nomor IMO merupakan nomor yang dikeluarkan oleh organisasi perkapalan internasional sebagai syarat untuk mengidentifikasi kapal, meningkatkan keselamatan kapal di laut, dan pencegahan polusi.

Umur kapal yang sudah tua yaitu lebih dari sama dengan 30 tahun sebanyak 8 unit kapal (26,7%), yang terdiri atas 7 kapal 1 kapal penumpang. Sedangkan kapal dengan umur muda atau kurang yaitu kurang dari 30 tahun sebanyak 22 unit kapal (73,3%). Menurut Adonis Radjab Usia kapal yang diatas 30 tahun sudah mengalami kelelahan material, plat - plat lambung sudah menipis, terkontaminasi karat dan gesekan air laut, pipa - pipa, *ducting*, *valves*, *flanges*, *elbow* sudah keropos dan mengalami kebocoran, jangkar, rantai jangkar sudah mengecil, sehingga stoppernya sering tidak berfungsi lagi dengan baik, instalasi listrik, box - box panel, *main switch board*, mengalami kerusakan disana - sini, instalasi pemadam

kebakarannya, sudah tidak berfungsi dengan baik, karena digrogoti usia. Sehingga kapal yang sudah berumur lebih dari 30 tahun dapat dikategorikan sebagai kapal tua.⁸

B. Analisis Kandungan Timbal

Berdasarkan hasil pemeriksaan kandungan logam timbal yang dilakukan di laboratorium kimia analitik jurusan Kimia FMIPA Undip bahwa nilai rata-rata kandungan timbal pada air balas kapal barang dan kapal penumpang adalah sebesar 2,59 mg/l. Dengan demikian seluruh sampel air balas kapal berada diatas baku mutu kadar timbal yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu sebesar 0,01 mg/l. Kapal barang memiliki rata-rata kandungan timbal sebesar 2,67 mg/l yaitu 267 kali lipat diatas baku mutu. Sedangkan kapal penumpang memiliki rata-rata kandungan logam timbal sebesar 2,09 mg/l atau 209 kali lipat diatas baku mutu. Kandungan timbal terendah yaitu sebesar 1,12 mg/l, dan kandungan timbal tertinggi sebesar 4,12 mg/l. Kapal penumpang memiliki rata-rata kandungan timbal lebih rendah daripada kapal barang. Hal ini dikarenakan pengelola kapal penumpang lebih peduli terhadap kebersihan dan keselamatan kapal, sehingga lebih rutin melakukan dok dan pembersihan pada saat ditemukan kerusakan pada kapal. Berbeda dengan pengelola kapal barang yang cenderung bersikap acuh terhadap kebersihan kapal.

Adanya kandungan timbal dalam air balas kapal didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Elspeth Macdonald dan Russel Davidson pada tahun 1997 pada 90 sedimen air balas kapal yang bersandar dan *docking* di 10

Pelabuhan Skotlandia dapat diketahui bahwa logam timbal merupakan tiga logam berat terbesar yang terkandung dalam sedimen pada tangki air balas. Rata-rata kandungan logam timbal pada sedimen adalah sebesar 184,91 µg/gr berat kering sedimen tangki air balas Hasil tersebut setara dengan 184,91 mg/l yang artinya kandungan logam timbal pada sedimen tangki air balas telah melebihi baku mutu yang berlaku.⁹

Berdasarkan hasil observasi dapat diketahui bahwa kapal yang masih muda cenderung masih bersih dan belum ditemukan terlalu banyak karat. Kapal tua sudah mengalami kebocoran pipa, kerusakan mesin dan lain sebagainya. Namun fakta empiris yang terjadi bahwa nilai rata-rata kandungan logam timbal pada kapal tua dan kapal muda hampir tidak berbeda jauh. Kapal tua memiliki nilai rata-rata kandungan timbal sebesar 2,56 mg/l, sedangkan kapal muda memiliki nilai rata-rata kandungan timbal sebesar 2,6 mg/l. Hal ini dapat terjadi karena tidak semua kapal muda masih dalam kondisi layak, adapula kapal yang masih tergolong muda tetapi ditemukan banyak ceceran oli dan kebocoran pipa. Kebersihan dan kondisi kapal tergantung pada perilaku pemilik kapal untuk membersihkan kapal serta melakukan *docking* (perbaikan) pada saat terjadi kebocoran. Selain itu endapan yang ditemukan pada kapal tua dominan berwarna orange sehingga kurang mengindikasikan bahwa endapan tersebut merupakan endapan logam timbal yang seharusnya berwarna putih.

Air laut merupakan lingkungan yang korosif untuk besi dan baja, terutama karena resistivitas air laut yang sangat rendah. Dinding tangki balas yang terkorosi akan

mengalami pengikisan pada lapisan pelindung dinding tangki. Sehingga menyebabkan adanya sedimen yang ada di bawah tangki balas. Sedimen pada dasar tangki balas menunjukkan kemungkinan adanya kandungan logam berat yang berasal dari cat anti korosi dan senyawa lain yang digunakan untuk memperbaiki baja selama proses pembuatan kapal dan perbaikan permukaan tangki. Menurut Austin cat anti korosi yang digunakan kapal pada umumnya mengandung Pb.¹⁰ Namun perbedaan sumber air balas yang dipakai dalam penelitian ini yaitu air sungai dan air laut tidak terlalu mempengaruhi kadar timbal dalam air balas kapal. Hal ini dibuktikan dengan nilai rata-rata kandungan logam pada air balas kapal dari air sungai yaitu sebesar 2,88 mg/l sedangkan air balas kapal yang bersumber dari laut memiliki nilai yang lebih rendah yaitu sebesar 2,57 mg/l.

Tidak ada pengawasan yang ketat dari pejabat pelabuhan terkait pengawasan terhadap tangki balas. Wawancara terhadap salah satu petugas Kantor Kesehatan Pelabuhan Tanjung Emas menyatakan bahwa membutuhkan tenaga serta waktu yang lebih apabila tangki balas ikut diperiksa pada saat inspeksi perpanjangan sertifikat kapal. Padahal dalam Permenkes Nomor 40 tahun 2015 tentang Sanitasi Kapal menyatakan bahwa pemeriksaan tangki balas merupakan salah satu komponen pemeriksaan sanitasi kapal yang dilaksanakan oleh petugas KKP dalam pemberian sertifikat sanitasi kapal dalam rangka kekarantina kesehatan. Selain itu pemeriksaan sanitasi dilakukan pada seluruh ruang dan media pada Kapal yang meliputi dapur, ruang rakit makanan, gudang, palka, ruang tidur, air

bersih, limbah cair, sampah medik dan sampah padat, air cadangan, kamar mesin, fasilitas medik, kolam renang dan area lain yang diperiksa. Sedimen dalam tangki air balas yang ikut terbuang bersama air balas ke daerah yang tidak tercemar, akan menjadi ancaman kontaminasi lokal dalam skala kecil yang berpotensi berbahaya bagi biota perairan.

C. Debit dan Beban Pencemaran

Berdasarkan perhitungan beban pencemar logam timbal pada air balas kapal dapat diketahui bahwa debit rata-rata air balas kapal pada penelitian ini adalah 306,373 m³/hari. Dengan rentang nilai 5-1750 m³/hari. Ditemukan kapal yang masih menggunakan cara manual saat membuang air balas karna sedang terjadi kerusakan pompa sehingga debit pengeluaran air balas sangat kecil yaitu hanya 5 m³/jam.

Hal ini memberikan indikasi bahwa jumlah air balas yang dihasilkan dan dibuang ke lingkungan (badan air) secara keseluruhan belum berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Namun perlu dilakukan pengawasan terhadap kapal-kapal barang karena sebagian besar kapal yang memiliki nilai debit diatas rata-rata merupakan kapal berjenis kapal barang. Kapal penumpang memiliki debit yang kecil karena cenderung memiliki kapasitas tangki balas yang kecil pula yaitu sekitar 700-800 m³ sebagian besar tangki air pada kapal penumpang digunakan untuk menyimpan air bersih.

Perhitungan beban pencemaran pada semua sampel kapal mendapatkan hasil bahwa rentang nilai beban pencemaran adalah 0,01-5,46 kg/hari dengan nilai rata-rata 0,83 kg/hari. Terdapat 8 (26,7%) kapal yang memiliki beban pencemaran diatas rata-rata.

Delapan kapal tersebut terdiri atas 1 kapal penumpang dan 7 kapal barang. Sebagian besar kapal tersebut merupakan kapal yang memiliki debit buang air balas kapal di atas rata-rata, hanya terdapat satu kapal yang debit buangnya di atas rata-rata. Dapat dikatakan bahwa beban pencemaran air balas kapal telah memberikan kontribusi pencemaran timbal di Perairan Tanjung Emas Semarang. Pencemaran lingkungan yang terjadi dapat berupa perubahan peruntukan komponen lingkungan yang memungkinkan badan air tersebut tidak dapat digunakan sebagai bahan baku air minum, air mandi, air cuci, rekreasi, budidaya perikanan dan peternakan.

Beban pencemaran yang telah melebihi rata-rata menunjukkan bahwa logam timbal yang dihasilkan akibat pertukaran air balas kapal sangat tinggi. Hal ini sangat dimungkinkan karena buangan air balas kapal tidak diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Sehingga kadar timbal dalam air balas kapal jauh melebihi baku mutu.

Berdasarkan hasil pengukuran kadar timbal pada air laut diketahui bahwa kandungan timbal pada Dermaga Samudera sebesar 0,002 mg/, Dermaga Nusantara 0,003 mg/, dan Dermaga Dwimatama sebesar 0,47 mg/l. Dengan demikian dapat diketahui bahwa kandungan logam timbal pada Dermaga Nusantara dan Samudera masih dibawah baku mutu. Sedangkan kandungan timbal di Dermaga Dwimatama telah melebihi baku mutu Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004 yaitu sebesar 0,005 mg/l. Tinggi rendahnya konsentrasi logam berat pada perairan disebabkan oleh jumlah masukan limbah logam berat

ke perairan. Semakin besar limbah yang masuk ke dalam suatu perairan, semakin besar konsentrasi logam berat di perairan. Dermaga Dwimatama biasanya digunakan untuk bersandar kapal milik PT. Pupuk Sriwidjaya dimana sebagian besar kapal milik perusahaan tersebut telah melampau masa operasional kapal yaitu 30 tahun. Selain itu jumlah limbah yang dihasilkan lebih banyak. Kelarutan dari unsur – unsur logam dan logam berat dalam badan perairan dikontrol oleh pH badan air, jenis dan konsentrasi logam, keadaan komponen mineral teroksidasi dan sistem yang berlingkungan redoks. Bahan pencemar logam berat dalam perairan dapat dipengaruhi pula oleh parameter oseanografi antara lain suhu, salinitas, pH, kecepatan arus, turbulensi dan gelombang. Namun peneliti tidak meneliti sejauh itu pada saat pengambilan sampel.⁶

D. Dampak Pembuangan Air Balas

Masuknya bahan pencemar secara terus-menerus dalam jangka waktu yang lama akan meningkatkan kandungan bahan pencemar tersebut di perairan dan sedimen. Frekuensi pembuangan air balas yang mengandung timbal secara tidak terkontrol merupakan salah satu potensi penyebab meningkatnya kandungan timbal pada sedimen perairan Tanjung Emas Semarang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai beban pencemar sebenarnya air balas kapal telah melebihi beban pencemaran maksimum. Jika tidak dilakukan pencegahan maka suatu waktu akan terjadi gejala peningkatan kandungan timbal pada sedimen dan perairan Tanjung Emas Semarang. Logam berat tidak bisa di metabolisme sehingga akan

mengalami akumulasi dalam organisme. Akumulasi melalui proses biologi (bioakumulasi) dapat terjadi dalam tiga proses utama meliputi; pernapasan, melalui makanan dari partikel atau air yang di cerna dalam sistem pencernaan dan melalui penyerapan oleh permukaan tubuh atau kulit. Perairan di sekitar kawasan Pelabuhan Tanjung Emas dijadikan untuk tempat perikanan atau tambak terutama ikan bandeng. Ikan tersebut dikonsumsi oleh masyarakat sekitar dan dipasarkan secara luas. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Muhamad Irsyad pada tahun 2013 kandungan timbal pada ikan bandeng yang diambil pada 5 titik di sekitar perairan tanjung emas adalah sebesar 0,83365; 1,71215; 2,13345; 2,4478; 2,30595 ppm. Hal ini telah melewati baku mutu yang ditetapkan oleh SNI 7387: 2009 yaitu sebesar 0,3 ppm¹¹

Tingginya konsumsi produk laut yang tercemar logam berat akan menyebabkan adanya akumulasi logam berat pada manusia.¹²

Tabel 1 Debit dan Beban Pencemaran Air Balas Kapal

Kadar maksimum Pb	= 0,01 mg/l
Pb pada bulan april 2016	= 40.313,1 m ³
DEBIT AIR BALAS KAPAL	
D \bar{x}	= 61,27 m ³ /jam
DA	= 1-350 m ³ /jam
BEBAN PENCEMARAN AIR BALAS KAPAL	
BPA \bar{x}	= 0,16 kg
BPA	= 0,001-1,09 kg
Keterangan	
Terdapat 9 (30%) kapal yang memiliki debit diatas rata-rata.	
Terdapat 8 (26,7%) kapal yang memiliki beban pencemaran diatas rata-rata.	
Pb	= Produksi rata-rata air balas
D \bar{x}	=Debit limbah rata-rata air balas kapal
DA	= Debit limbah cair sebenarnya
BP \bar{x}	= Beban Pencemaran rata-rata
BPA	= Beban Pencemaran sebenarnya

KESIMPULAN

- Umur kapal yang sudah tua yaitu lebih dari sama dengan 30 tahun sebanyak 8 unit kapal (26,7%) yang terdiri atas 7 kapal barang dan 1 kapal penumpang, sedangkan kapal dengan umur muda atau kurang yaitu kurang dari 30 tahun sebanyak 22 unit kapal (73,3%) yang terdiri atas 19 kapal barang dan 3 kapal penumpang.
- Air balas kapal barang dan penumpang yang bersandar di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang bersumber dari air laut dan air sungai. terdapat 28 kapal (93,3%) sumber air balas kapal berasal dari laut , hanya terdapat 2 kapal (6,7%) yang memiliki air balas sungai yaitu berasal dari Sungai Kapuas.
- Semua sampel air balas kapal memiliki kandungan logam berat timbal (Pb) di atas baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 2015 yaitu lebih dari 0,01 mg/l. Rata-rata kandungan logam berat timbal pada air balas kapal adalah sebesar 2,59 mg/l atau 259 kali lipat lebih tinggi dibandingkan baku mutu dengan rentang nilai 1,12 mg/l - 4,12 mg/l.
- Berdasarkan KEPMEN LH Nomor 51 tahun 2004 baku mutu air laut untuk perairan pelabuhan adalah 0,05 mg/l. Kandungan timbal pada sampel air laut di Dermaga Dwimatama sebesar 0,47 mg/l. Kandungan timbal pada sampel air laut di Dermaga Nusantara sebesar 0,003 mg/l. Kandungan timbal pada sampel air laut di Dermaga Samudera yaitu sebesar 0,002 mg/l.
- Sehingga dapat diketahui bahwa sampel air laut di Dermaga Dwimatama memiliki kadar timbal di atas baku mutu. Sedangkan sampel air laut di Dermaga Samudera dan Nusantara masih di bawah baku mutu
- Rata-rata besar beban pencemaran logam timbal akibat pembuangan air balas kapal yaitu 0,16 kg. Nilai beban pencemaran terbesar adalah 1,09 kg, sedangkan nilai beban

pencemaran terendah adalah 0,001 kg. Terdapat 8 (26,7%) kapal yang memiliki beban pencemaran diatas rata-rata. Delapan kapal tersebut terdiri atas 1 kapal penumpang dan 7 kapal barang. Terdapat 22 kapal (70%) memiliki debit buang air balas dibawah rata-rata yang terdiri atas 3 kapal penumpang dan 19 kapal barang.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Kelas I Tanjung Emas. *Data Arus Kunjungan Kapal Pelabuhan Tanjung Emas Semarang Tahun 2015*
- 2 IMO (internasional Maritime Organization). *Resolution A.868(20) Guidelines for the control and management of ships's balas water to minimize the transfer of harmful aquatic organism and pathogens*. London, IMO, 1997.
- 3 Malisan, Johny. *Kajian Pencemaran Laut dari Kapal dalam Rangka Penerapan PP Nomor 21 Tahun 2010 Tentang Perlindungan Lingkungan Laut*. J.pen. Transla Vol 13 No 1, 2011.
- 4 Chamberlain, J., Trethewey, KR. *Korosi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 1991.
- 5 Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut
- 6 Palar. H. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta. Jakarta, 2004
- 7 S, Moh Arifrahman. *Studi Kandungan Timbal Pada Air Balas Kapal Barang dan Kapal Penumpang Serta Kadar Timbal Pada Air Laut Di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang* Skripsi tidak diterbitkan. Semarang: Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Diponegoro, 2013
- 8 Radjab, Adonis. *Usia Kapal*. (Online) (<http://www.indonesianship.com/> diakses pada tanggal 04 maret 2015)
- 9 Macdonald, Elspet dan Russell Davidson. *Ballast Water Project*. Fisherish Research Services Report Number 3. 1997
- 10 Austin, G. T. *Shreve's Chemical Process Industries, Fifth Edition*. New York : Mc Graw-Hill Book Company, 1984
- 11 Irsyad, Muhamad. *Evaluasi Kadar Cemar Pb dan Cd Dalam Ikan Bandeng (Chanos Chanos) Pada Daerah Perikanan di Sekitar Kawasan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom*. Naskah Publikasi . Surakarta: Fakultas Farmasi Universitas Muhamadiyah Surakarta, 2012
- 12 Hutagalung, H.P. *Pencemaran Laut Oleh Logam Berat dalam Beberapa Perairan Indonesia*. Jakarta: Puslitbang. Oseanologi LIPI Hlm 45 – 59, 1991