

# KANDUNGAN LOGAM BERAT (Cu, Pb, Zn, Cd, dan Cr) DALAM AIR DAN SEDIMEN DI PERAIRAN TELUK JAKARTA

## HEAVY METAL CONTENT (Cu, Pb, Zn, Cd, and Cr) IN SEA WATER AND SEDIMENT IN JAKARTA BAY

Yani Permanawati, Rina Zuraida, dan Andrian Ibrahim

Puslitbang Geologi Kelautan, Jl. DR. Djundjuran 236 Bandung  
Email : yanipw@yahoo.com; rinazuraida@yahoo.com; drian74@yahoo.com

Diterima : 12-09-2012, Disetujui : 15-03-2013

### ABSTRAK

Penelitian Lingkungan dan Kebencanaan Geologi Kelautan Perairan Teluk Jakarta (Tanjung Kait – Muara Gembong) dilakukan pada bulan Oktober - November 2010. Uji logam berat (Cu, Pb, Zn, Cd, dan Cr) dilakukan terhadap 28 contoh air laut dan 28 contoh sedimen dasar laut menggunakan metoda *Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan data dan informasi kondisi lingkungan terkini dari kandungan logam berat dalam air laut dan sedimen dasar laut.

Kandungan logam berat (air laut dalam mg/l : sedimen dasar laut dalam ppm) terukur sebagai berikut : Cu ( <0.005 : 15.000-169.500 ); Pb (0.005-0.011 : 14.000-58.100); Zn (0.005-0.007 : 95.800-333.000); Cd (0.006-0.015 : 0.012-0.750); Cr (<0.001 : 45.320-139.180). Berdasarkan Metode *Storet* dapat dilihat nilai status mutu air laut perairan ini adalah -12, berarti bahwa kualitas air laut di perairan termasuk kelas C (tercemar sedang). Sedangkan status mutu sedimen di perairan menunjukkan skor nilai status mutu sedimen adalah 0, yang berarti bahwa kualitas sedimen termasuk kelas A (tidak tercemar/memenuhi baku mutu). Jelas terlihat bahwa nilai ambang batas (NAB) logam berat dalam sedimen jauh lebih tinggi dari NAB logam berat dalam air.

**Kata kunci:** logam berat, sedimen dasar laut, air laut, nilai status mutu

### ABSTRACT

*Marine Environmental and Geological Hazard Survey In Jakarta Bay Waters (Tanjung Kait - Muara Gembong) conducted in October-November 2010. Testing of heavy metals (Cu, Pb, Zn, Cd, and Cr) performed on 28 samples of sea water and 28 subsurface sediment samples using the method of Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). The purpose of this study was to obtain data and information on current environmental conditions of heavy metal content in seawater and subsurface sediment.*

*Heavy metal content (sea water in mg/l: subsurface sediment in ppm) measured as follows: Cu ( <0.005 : 15.000-169.500 ); Pb (0.005-0.011 : 14.000-58.100); Zn (0.005-0.007 : 95.800-333.000); Cd (0.006-0.015 : 0.012-0.750); Cr (<0.001 : 45.320-139.180). Based on the Storet method shows the value of water quality status of sea waters is -12, which means that the seawater quality in these waters belong to a class C (medium contaminated). While the status of sediment quality in these waters indicate subsurface sediment quality score status value is 0, which means that subsurface sediment quality belongs to the class A (not polluted/correspond to the quality standards). It is clearly seen that the threshold value (NAV) of heavy metals in sediments is much higher than the NAV of heavy metals in water.*

**Keywords:** heavy metal, subsurface sediment, seawater, quality score status

## PENDAHULUAN

Secara umum Teluk Jakarta dan sekitarnya termasuk dalam paparan Sunda dengan kedalaman air laut sekitar 30 meter. Peningkatan jumlah industri dan pemukiman penduduk di suatu daerah biasanya diikuti oleh pertambahan jumlah limbah, baik berupa limbah padat, cair maupun gas. Perairan Teluk Jakarta merupakan satu-satunya perairan laut yang menerima masukan limbah dari berbagai aktifitas perkotaan dan industri yang terdapat di Jabodetabek dan sekitarnya. Limbah dari wilayah sekitar Teluk Jakarta masuk ke dalam teluk melalui 13 daerah aliran sungai yang bermuara ke Teluk Jakarta (Emery, drr., 1972). Perairan Teluk Jakarta merupakan perairan teluk yang tingkat pencemarannya paling tinggi di Asia. Pencemaran tersebut bahkan telah meluas sampai ke perairan Pulau Seribu (Edward, drr., 2004).

Salah satu limbah yang patut dicermati adalah logam berat. Logam berat banyak digunakan sebagai bahan baku maupun media penolong dalam berbagai jenis industri. Masuknya limbah ini ke perairan laut dapat mengurangi kualitas perairan dan menimbulkan pencemaran. Selain mengubah kualitas perairan, logam berat yang terendapkan bersama dengan sedimen juga dapat menyebabkan transfer bahan kimia beracun dari sedimen ke organisme (Zuraida, drr., 2010).

Dengan melakukan analisis temporal terhadap kandungan logam berat dalam air laut dan sedimen Puslitbang Geologi Kelautan diharapkan dapat memberikan masukan kepada pemerintah pusat maupun daerah. Tujuan penelitian yaitu untuk mendapatkan data dan informasi kondisi lingkungan terkini kandungan logam berat dalam kedua bahan tersebut.

## GEOLOGI REGIONAL

Geologi regional daerah penyelidikan mengacu pada Peta Geologi Lembar Jakarta dan Kepulauan Seribu yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (Turkandi drr., 1992). Berdasarkan pustaka yang diperoleh tersebut, maka secara garis besar endapan permukaan DKI Jakarta tersusun oleh aluvium dan endapan pematang pantai (Gambar 1). Alluvium yang terdiri atas lempung, pasir, kerikil dan bongkahan. Endapan tersebut merupakan endapan pantai, sungai dan rawa yang berumur Holosen hingga kini terus berlangsung sedangkan endapan pematang pantai yang terdiri atas pasir halus hingga kasar, warna kelabu tua dan terpilah baik. Morfologi dan sedimen penyusun endapan ini

merupakan sedimen eolian yang membentuk gumuk pasir (*sand dune*).

## METODOLOGI

Penelitian Lingkungan dan Kebencanaan Geologi Kelautan Perairan Teluk Jakarta (Tanjung Kait - Muara Gembong) P3GL dilakukan pada bulan Oktober - November 2010 menggunakan kapal Geomarin 1. Sebanyak 28 contoh air diambil pada lokasi yang sama dengan pengambilan contoh sedimen. Pengambilan contoh air dilaksanakan dengan menggunakan *water sampler Nennsen* yang sudah dimodifikasi. Pengambilan contoh air dilakukan pada kedalaman 5 m dari permukaan laut sebanyak 1 liter, dengan pertimbangan bahwa suhu dan salinitas air laut di perairan dangkal tidak banyak berubah hingga kedalaman 50 m dan untuk menghindari terambilnya sampah padat. Dari 28 contoh sedimen yang didapat hanya 15 yang dilakukan analisis laboratorium. Inti sedimen hasil pemercontohan gaya berat diambil pada lapisan permukaan (1-5 cm).

Analisa contoh air dilakukan di laboratorium IPB sedangkan analisa contoh sedimen di Badan Geologi ESDM. Analisis Cu, Pb, Zn, dan Cr menggunakan metoda AAS-Flame yang memiliki deteksi limit 0.01 ppm sedangkan analisa Cd menggunakan metoda AAS-Grafit dengan deteksi limit hingga 0.01 ppb (Zuraida, drr., 2010).

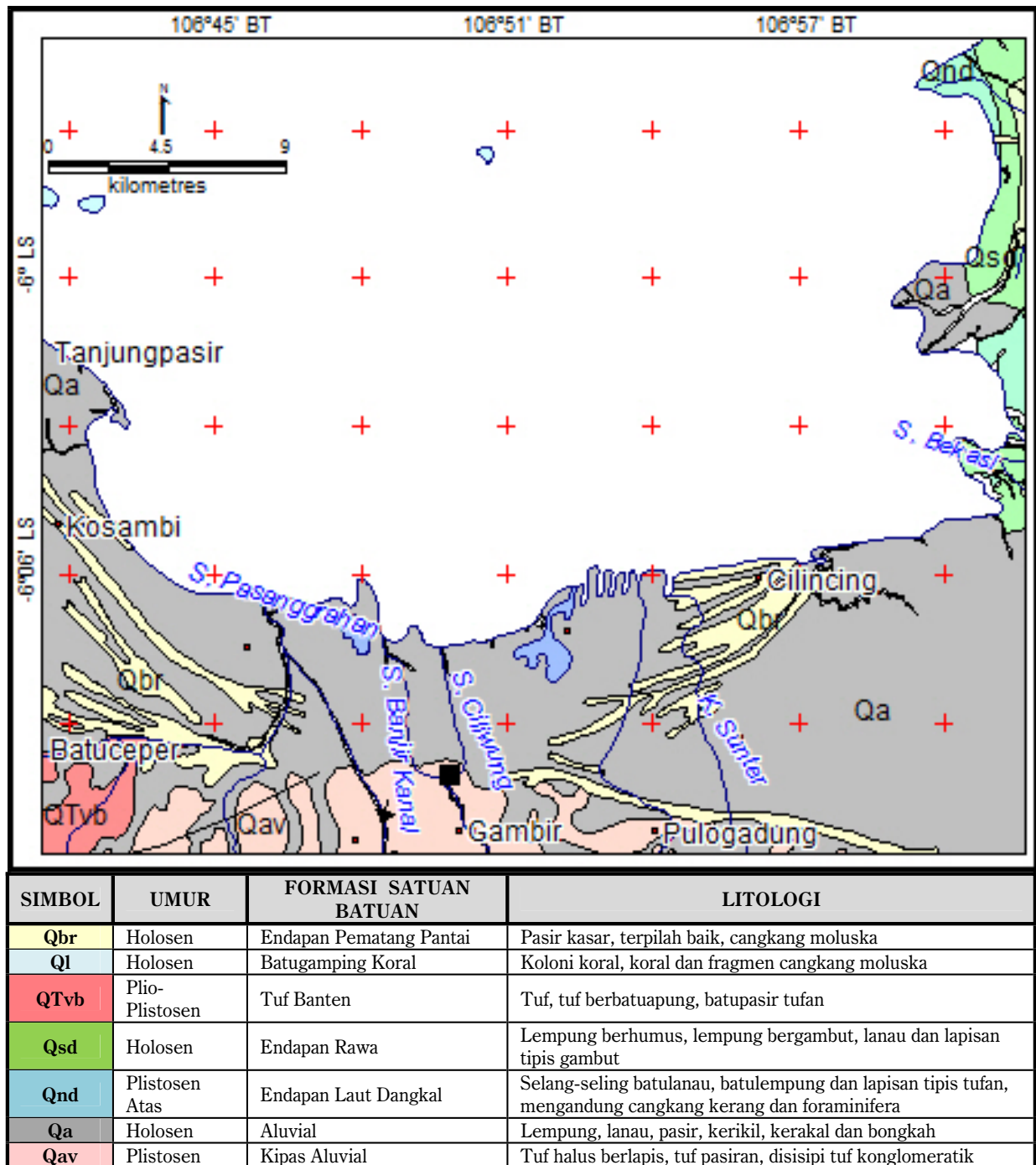
Penentuan Nilai Ambang Batas air laut menggunakan Kep-51/KMNLH/2004. Penentuan untuk sedimen dengan menggunakan Nilai Ambang Batas berdasarkan Sediment Quality Standards, WAC 172-204-320. Penentuan status mutu air dan sedimen dilakukan menggunakan Metode Storet berdasarkan skor (KMNLH no 115, 2003).

## HASIL PENELITIAN

Pengukuran logam berat pada contoh air laut dilakukan terhadap semua contoh sedangkan pada sedimen laut hanya 15 contoh. Pengukuran logam berat pada sampel air dan sedimen laut dilakukan di laboratorium IPB dengan menggunakan metoda *Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)*.

### Kadar Logam Berat dalam Air Laut

Hasil penelitian menunjukkan kandungan Cu dan Cr dalam air laut memiliki nilai yang homogen, yaitu Cu sebesar 0,005 mg/L dan Cr sebesar 0,001 mg/L. Sedangkan kandungan Pb, Zn dan Cd menunjukkan nilai yang bervariasi, dimana Pb sekitar 0,005 - 0,011 mg/L, Zn sekitar 0,005 - 0,007 mg/L, dan Cd sekitar 0,005 - 0,015 mg/L



Gambar 1. Geologi umum wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya (Turkandir, 1992).

(Tabel 1). Dengan Deteksi Limit (DL) terhitung 0,005mg/L untuk Cu, Pb, Zn, dan Cd, sedangkan Cr terhitung 0,001 mg/L.

#### *Kadar Logam Berat dalam Sedimen Laut*

Hasil penelitian menunjukkan kandungan logam berat sedimen dasar laut dalam ppm terukur sebagai berikut : Cu sekitar 15.000-169.500, Pb sekitar 14.000-58.100, Zn sekitar 95.800-333.000, Cd sekitar 0.012-0.750, dan Cr sekitar 45.320-139.180 (Tabel 2).

## PEMBAHASAN

#### *Kadar Logam Berat dalam Air Laut*

Kandungan Pb dan Cd pada air laut berada di atas baku mutu, dimana NAB Pb sebesar 0.008 mg/L dan Cd sebesar 0.002 mg/L yang ditetapkan untuk biota laut. Sedangkan nilai Deteksi Limit (DL) untuk Pb dan Cd sama sebesar 0,005 mg/L. Sumber pencemaran logam berat khususnya unsur Pb dan Cd diduga sebagian berasal dari limbah industri, rumah tangga, dan tumpahan/bocoran bahan bakar perahu atau kapal yang berada disekitar teluk Jakarta. Kandungan Pb di atas nilai baku mutu dijumpai pada contoh TJ-3 W sebesar 0,011 mg/L dan TJ-5W sebesar 0,011 mg/L yang diambil di bagian barat daerah penelitian, dan contoh TJ-22 W sebesar 0,011 mg/L dan TJ-25W sebesar 0,009 mg/L dari bagian timur Teluk Jakarta. Kandungan tertinggi Pb dijumpai pada TJ-3W, TJ-5W, dan TJ-22W dengan kadar sama, yaitu 0.011 mg/L. Sedangkan kandungan Cd yang tinggi di atas nilai baku mutu dijumpai pada 12 contoh yang tersebar di Teluk Jakarta, yaitu TJ-1W sebesar 0,01 mg/L, TJ-6W sebesar 0,012 mg/L, TJ-11W sebesar 0,007 mg/L, TJ-12W sebesar 0,012 mg/L, TJ-13W sebesar 0,006 mg/L, TJ-14W sebesar 0,008 mg/L, TJ-15W sebesar 0,013 mg/L, TJ-16W sebesar 0,015 mg/L, TJ-17W sebesar 0,009 mg/L, TJ-18W sebesar 0,009 mg/L, TJ-19W sebesar 0,01 mg/L, dan TJ-20W sebesar 0,006 mg/L (Tabel 1). Kandungan Cd yang paling tinggi dijumpai pada TJ-16W dengan kadar 0.015 mg/L dimana lokasinya berada di dekat Pelabuhan Tanjung Priok.

Perhatian terhadap kandungan Pb di 4 (empat) contoh air dari kedalaman 5 m berada di atas NAB, yaitu TJ-3W sebesar 0,011 mg/L, TJ-5W sebesar 0,011 mg/L, TJ-22W sebesar 0,011 mg/L, dan TJ-25W sebesar 0,009 mg/L. Hal ini menjadi menarik karena sumber Pb yang paling umum adalah bahan bakar. Sedangkan menurut informasi sejak tahun 2006 dilaporkan bahwa Jakarta dan sekitarnya

sudah bebas dari bahan bakar yang mengandung timbal (Zuraida, drr., 2010).

Berdasarkan Metode Storet (KMNLH no 115, 2003) nilai status mutu air laut di perairan Teluk Jakarta mempunyai total nilai -12, yang berarti bahwa kualitas air laut nya termasuk kelas C/tercemar sedang (Tabel 3).

Transportasi emisi Pb di lingkungan terrestrial, dan Cd di lingkungan laut melalui aliran sungai (fluvial) adalah lebih besar dibandingkan dengan udara (atmosfer). Hal ini tentu mencerminkan prevalensi pembuangan air limbah dari limbah industri kota yang sangat umum dalam masyarakat industri. Sedimen berperan penting dalam menentukan kualitas air dikarenakan peranannya sebagai tujuan akhir limbah. Selain itu sedimen mempunyai potensi penglepasan zat-zat tercemar ke dalam kolom air disertai perubahan kondisi fisik kimiawi (Zainal A., 2009).

#### *Kadar Logam Berat dalam Sedimen Laut*

Sedimen yang merupakan kumpulan hasil rombakan batuan sekitarnya akan mempunyai kandungan logam berat yang ditentukan oleh mineralogi batuan asal. Di daerah yang dipengaruhi oleh aktifitas manusia, kandungan logam berat yang terekam dalam sedimen akan terdiri atas geokimia alami ditambah hasil aktifitas manusia. Kondisi ini merupakan input kontaminan logam berat masih cenderung dari darat (Zainal A., 2009). Secara umum kadar logam berat diperairan dapat membahayakan kehidupan biota laut. Adanya akumulasi logam berat dalam sedimen dapat menimbulkan akumulasi pada tubuh biota yang hidup dan mencari makan di dalam air maupun di sekitar sedimen atau dasar perairan, dan akan mencemari kehidupan biota laut, yang pada gilirannya akan berbahaya bagi manusia yang mengkonsumsinya.

Kandungan logam berat dalam sedimen permukaan dasar laut (1-5 cm) di perairan daerah penelitian masih dibawah batas baku mutu sedimen (Tabel 2). Kadar logam berat dalam sedimen (1-5 cm) masih sesuai dengan NAB yang berlaku, yaitu Cu sebesar 390 ppm, Pb sebesar 450 ppm, Zn sebesar 410 ppm, Cd sebesar 5,1 ppm, dan Cr sebesar 260 ppm. Sehingga status mutu sedimen di Teluk Jakarta termasuk kelas A/tidak tercemar/memenuhi baku mutu dengan total nilai 0 (Tabel 4).

Distribusi logam berat (*Cu, Pb, Zn, Cd, and Cr*) dalam sedimen lebih tinggi dari air laut. Kandungan logam berat pada sedimen terukur lebih tinggi di perairan Teluk Jakarta bagian Timur,

Tabel 1. Hasil analisis kandungan logam berat dalam air laut Teluk Jakarta.

No	Kode Sampel	Parameter				
		Cu (mg/l)	Pb (mg/l)	Zn (mg/l)	Cd (mg/l)	Cr (mg/l)
1	TJ - 1 W	0,005	0,005	0.006	0.01	0,001
2	TJ - 2 W	0,005	0.008	0.007	0,005	0,001
3	TJ- 3 W	0,005	0.011	0.005	0,005	0,001
4	TJ- 4 W	0,005	0.007	0.006	0,005	0,001
5	TJ- 5 W	0,005	0.011	0.006	0,005	0,001
6	TJ - 6 W	0,005	0,005	0.006	0.012	0,001
7	TJ - 7 W	0,005	0,005	0.006	0,005	0,001
8	TJ - 8 W	0,005	0,005	0.005	0,005	0,001
9	TJ - 9 W	0,005	0.007	0.007	0,005	0,001
10	TJ - 10 W	0,005	0,005	0.007	0,005	0,001
11	TJ - 11 W	0,005	0.006	0.007	0.007	0,001
12	TJ - 12 W	0,005	0.007	0.006	0.012	0,001
13	TJ - 13 W	0,005	0,005	0.007	0.006	0,001
14	TJ - 14 W	0,005	0.008	0.007	0.008	0,001
15	TJ - 15 W	0,005	0,005	0.006	0.013	0,001
16	TJ - 16 W	0,005	0.006	0.005	0.015	0,001
17	TJ - 17 W	0,005	0.006	0.006	0.009	0,001
18	TJ - 18 W	0,005	0,005	0,005	0.009	0,001
19	TJ - 19 W	0,005	0.007	0.006	0.01	0,001
20	TJ - 20 W	0,005	0.006	0.007	0.006	0,001
21	TJ - 21 W	0,005	0,005	0.005	0,005	0,001
22	TJ - 22 W	0,005	0.011	0.005	0,005	0,001
23	TJ - 23 W	0,005	0,005	0,005	0,005	0,001
24	TJ - 24 W	0,005	0,005	0,005	0,005	0,001
25	TJ - 25 W	0,005	0.009	0,005	0,005	0,001
26	TJ - 26 W	0,005	0.007	0,005	0,005	0,001
27	TJ - 27 W	0,005	0.006	0,005	0,005	0,001
28	TJ - 28 W	0,005	0,005	0.005	0,005	0,001
<b>Deteksi Limit (DL)</b>		<b>0.005</b>	<b>0.005</b>	<b>0.005</b>	<b>0.005</b>	<b>0.001</b>

Tabel 2. Hasil analisis logam berat dalam sedimen permukaan dasar laut (1-5 cm)

No	No. Contoh	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Cr (ppm)
1	GM1 - 2010 - TJ 06 GC	15	14.8	114.9	0.06	45.32
2	GM1 - 2010 - TJ 07 GC	38.3	26.1	145.2	0.162	78
3	GM1 - 2010 - TJ 11 GC	17	15.5	95.8	0.012	92.25
4	GM1 - 2010 - TJ 12 GC	16.5	15.5	111.6	0.134	71.25
5	GM1 - 2010 - TJ 13 GC	19.1	46.2	108.4	0.038	139.18
6	GM1 - 2010 - TJ 15 GC	169.5	37.1	212.6	0.33	78.96
7	GM1 - 2010 - TJ 16 GC	26.1	22.9	129.5	0.084	66.21
8	GM1 - 2010 - TJ 19 GC	61.9	23.4	175.1	0.345	93.11
9	GM1 - 2010 - TJ 20 GC	65.3	15.5	105.4	0.18	65.46
10	GM1 - 2010 - TJ 21 GC	42.6	14.8	139.7	0.33	63.32
11	GM1 - 2010 - TJ 23 GC	52.4	14	111.4	0.24	60.32
12	GM1 - 2010 - TJ 24 GC	52	18.1	131	0.32	57.21
13	GM1 - 2010 - TJ 26 GC	103.9	32.8	333	0.555	87.32
14	GM1 - 2010 - TJ 27 GC	107.8	35.5	304.5	0.315	90.96
15	GM1 - 2010 - TJ 28 GC	110	58.1	290.5	0.75	87.21

Tabel 3. Status mutu air berdasarkan konsentrasi logam berat dalam air laut

Logam berat	Satuan	Konsentrasi (mg/l)	Hasil Pengukuran				Deteksi limit (mg/l)	NAB* (mg/l)	Skor **
			max	min	std	rerata			
Cu	mg/L	<0,005	0.005	0.005	0.005	0.005	0,005	0,05	0
Pb	mg/L	0,005 – 0,011	0.011	0.005	0.002	0.008	0,005	0,008	-2
Zn	mg/L	0,005 – 0,007	0.007	0.005	0.001	0.006	0,005	0,095	0
Cd	mg/L	0,006 – 0,015	0.015	0.006	0.003	0.010	0,005	0,002	-10
Cr	mg/L	<0,001	0.001	0.001	0.001	0.001	0,001	0,002	0
* Nilai ambang batas menurut KEP-51/MENLH/2004							Total Skor		-12

\*\* Penentuan status mutu menurut KEP-115/MENLH/2003

Tabel 4. Status mutu kadar logam berat dalam sedimen di perairan Teluk Jakarta

Logam berat	Satuan	Konsentrasi (ppm)	Hasil Pengukuran				Deteksi limit (ppm)	NAB* (ppm)	Skor **
			max	min	std	rerata			
Cu	ppm	15.000 – 169.500	169.500	15.000	44.895	59.827	0.01	390	0
Pb	ppm	14.000 – 58.100	58.100	14.000	13.370	26.020	0.01	450	0
Zn	ppm	95.800 – 333.000	333.000	95.800	79.711	167.240	0.01	410	0
Cd	ppm	0.012 – 0.750	0.750	0.012	0.201	0.257	0.00001	5.1	0
Cr	ppm	45.320 – 139.180	139.180	45.320	22.172	78.405	0.01	260	0
* Nilai ambang batas menurut Standar Mutu Sedimen WAC 173-204-320							Total Skor		0

\*\* Penentuan status mutu menurut KEP-115/MENLH/2003

terutama yang mendekati pantai mulai Muara Gembong sampai Tanjung Priuk (Gambar 2).

## KESIMPULAN

Kadar logam berat dalam sedimen permukaan lebih tinggi dibandingkan dalam air laut. Hal ini terjadi karena logam berat mengalami proses pengenceran dalam air dan terendapkan sehingga terjadi akumulasi dalam sedimen. Rendahnya kadar logam berat dalam air laut, bukan berarti bahan cemaran yang mengandung logam berat tidak berdampak negatif terhadap perairan. Dengan berjalannya waktu, akumulasi logam berat dalam sedimen menimbulkan akumulasi pada tubuh biota yang hidup dan mencari makan di air maupun di sekitar sedimen atau dasar perairan, yang pada gilirannya akan berbahaya pula bagi manusia yang mengkonsumsi biota tersebut.

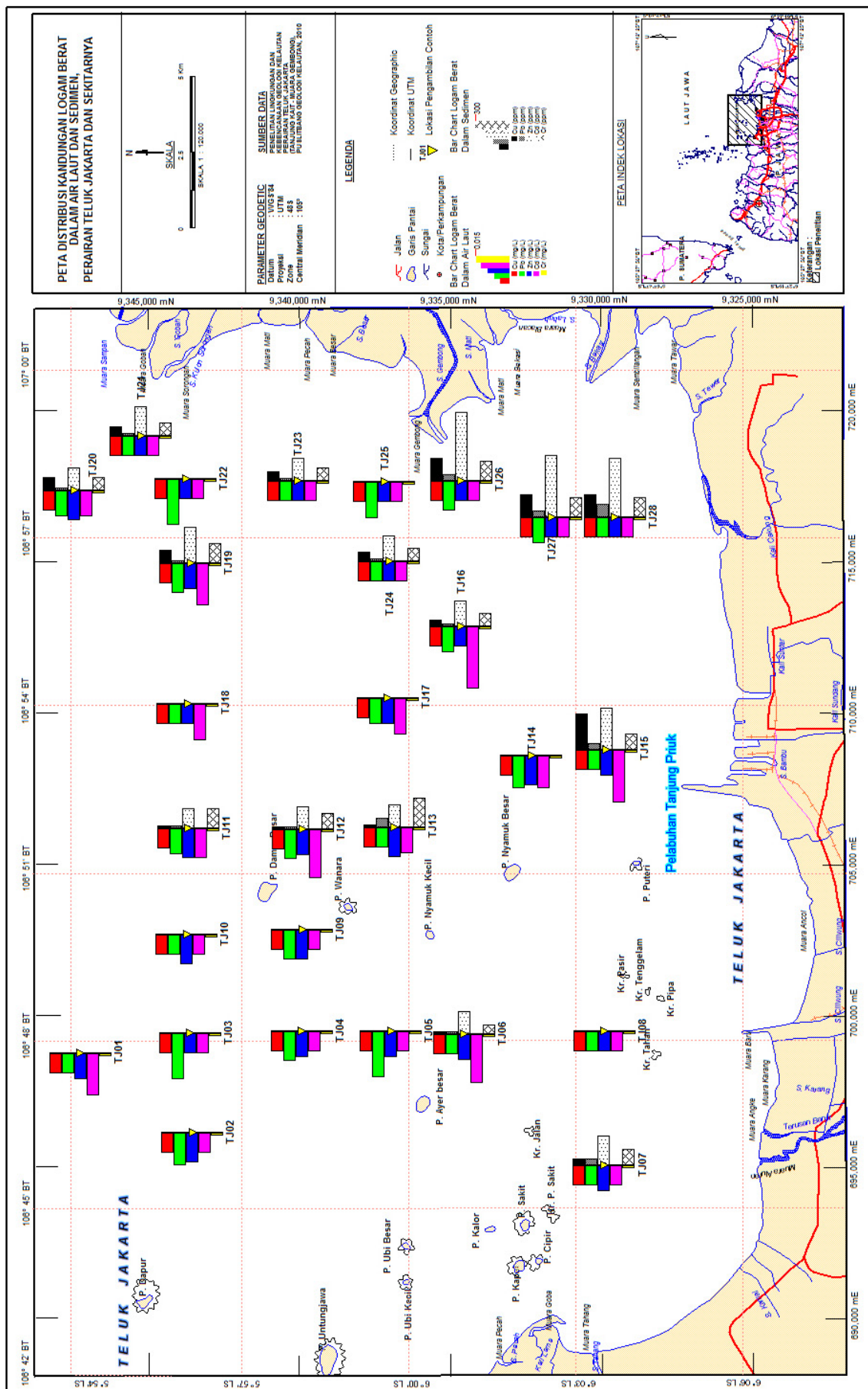
Kadar logam berat (Cu, Pb, Zn, Cd, dan Cr) dalam air laut relatif di bawah NAB yang berlaku untuk kepentingan biota laut. Adanya sebagian

contoh air laut yang menunjukkan nilai di atas NAB mempengaruhi status mutu air laut di perairan Teluk Jakarta, yaitu termasuk kelas C/tercemar sedang dengan total nilai -12. Sedangkan kadar logam berat dalam sedimen (1-5 cm) dibawah NAB yang berlaku sehingga status mutu sedimen termasuk kelas A/tidak tercemar/memenuhi baku mutu dengan total nilai 0.

Kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dari air laut. Status mutu sedimen lebih baik dari air laut karena NAB logam berat pada sedimen jauh lebih tinggi dibandingkan dengan air laut.

Dengan kondisi lingkungan terkini dari kandungan logam berat dalam air dan sedimen ini, diharapkan menjadi rona awal yang perlu diperhatikan ketika terjadi kecenderungan peningkatan dalam pengembangan kawasan ini di kemudian hari agar tidak terjadi penurunan status mutu air laut maupun sedimen di perairan Teluk Jakarta.





Gambar 2. Peta Distribusi Logam Berat di Perairan Teluk Jakarta

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Tim Penelitian Lingkungan Dan Kebencanaan Geologi Kelautan Perairan Teluk Jakarta (Tanjung Kait – Muara Gembong) P3GL 2010 dan Koordinator KP3 Lingkungan dan Kebencanaan Geologi Kelautan P3GL atas dukungannya dalam pembuatan tulisan ini sehingga dapat diterbitkan pada Jurnal P3GL.

## ACUAN

*Department of Ecology State of Washington, the Sediment Quality Standards, WAC 172-204-320*, yang diunduh pada bulan Februari 2010, [http://www.ecy.wa.gov/programs/tcp/smu/sed\\_chem.htm](http://www.ecy.wa.gov/programs/tcp/smu/sed_chem.htm),

Edward, Muhajir, dan F.Ahmad., Akumulasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn dan Cr dalam Sedimen Di Muara Sungai Cisadane, Ciliwung dan Citarum, Teluk Jakarta, Juli 2004, Jurnal Ilmiah Sorihi, *Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Khairun Ternate*, ISSN 1693-1483, vol. III, No. 01

Emery, K.O., Uchupi, E., Sunderland, J., Uktolseja, H.L., and Young, E.M., 1972, Geological Structure and Some Water Characteristics of the Java Sea and Adjacent Continental Shelf, *CCOP Technical Bulletin*, vol. 6, p. 197-223.

Kep-115/KMNLH/2003, Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup* Jakarta.

Lollar, B.S., 2005, *Environmental Geochemistry, Treatise On Geochemistry Volume 9, Elsevier*.

Turkandi T., Sidarto, D.A. Agustyanto dan M.M. Purbohadiwidjono, 1992, Peta Geologi Lembar Jakarta dan Kepulauan Seribu, Skala 1:100.000, *Puslitbang Geologi*, Bandung.

Zuraida R., R. Rahardiawan, Subarsyah, K. T. Dewi, H. Widhi, T. A. Soeprapto, N. Yuyu, I. Adhirana, Y. Permanawati, A. Ibrahim, A. Saefudin, A. Subekti, Mulyono, Supriyatna, Heriyanto, D. Eko, 2010, Laporan Akhir Penelitian Lingkungan dan Kebencanaan Geologi Kelautan Perairan Teluk Jakarta (Tanjung Kait – Muara Gembong), *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan*.

Zainal A. dan F. Diani, Maret 2009, Fraksinasi Logam Berat Pb, Cd, Cu dan Zn dalam Sedimen dan Bioavailabilitasnya bagi Biota di Perairan Teluk Jakarta, ISSN 0853-7291, Vol. 14 (1): 27-32, *Ilmu Kelautan, UNDIP*.