

FLUKS DEPOSISI Zn DAN Cr DI MUARA CISADANE BERDASARKAN PROFIL ^{210}Pb UNSUPPORTED DAN SIKLUS BANJIR 5 TAHUNAN

Barokah Aliyanta dan Ali Arman Lubis

Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi – BATAN, Jakarta

ABSTRAK

FLUKS DEPOSISI Zn DAN Cr DI MUARA CISADANE BERDASARKAN PROFIL ^{210}Pb UNSUPPORTED DAN SIKLUS BANJIR 5 TAHUNAN. Pengukuran profil ^{210}Pb unsupported dan logam berat Zn, Cr pada sedimen di Muara Cisadane telah dilakukan pada tahun 2002. Kedua sedimen core diambil masing-masing di Muara Tanjung Burung dan Muara Tiang Sampan. Profil ^{210}Pb unsupported dapat digunakan untuk menghitung laju pengendapan dan untuk menghitung fluks deposisi Zn dan Cr berdasarkan siklus waktu 5 tahunan. Laju pengendapan sedimen kering di Muara Tanjung Burung adalah 4,142 $\text{gr}/\text{cm}^2/\text{th}$, 2,518 $\text{gr}/\text{cm}^2/\text{th}$ dan 1,27 $\text{gr}/\text{cm}^2/\text{th}$ masing-masing untuk periode 1997- 2002, 1992-1997 dan 1987-1992. Laju pengendapan pada Muara Tiang Sampan sebesar 3,626 $\text{gr}/\text{cm}^2/\text{th}$, 2,8 $\text{gr}/\text{cm}^2/\text{th}$ dan 1,41 $\text{gr}/\text{cm}^2/\text{th}$ masing-masing untuk periode 1997-2002, 1992-1997 dan 1987-1992. Fluks deposisi Zn : Cr di Muara Tanjung Burung adalah 4,867 $\text{gr}/\text{m}^2/\text{th}$: 0,9 $\text{gr}/\text{m}^2/\text{th}$, 3,515 $\text{gr}/\text{m}^2/\text{th}$: 0,69 $\text{gr}/\text{m}^2/\text{th}$ dan 1,363 $\text{gr}/\text{m}^2/\text{th}$: 0,2 $\text{gr}/\text{m}^2/\text{th}$; masing-masing untuk periode 1997- 2002, 1992-1997 dan 1987-1992. Fluks deposisi Zn:Cr di Muara Tiang Sampan adalah 3,368 $\text{gr}/\text{m}^2/\text{th}$: 0,703 $\text{gr}/\text{m}^2/\text{th}$, 2,814 $\text{gr}/\text{m}^2/\text{th}$: 0,574 $\text{gr}/\text{m}^2/\text{th}$ dan 1,593 $\text{gr}/\text{m}^2/\text{th}$: 0,303 $\text{gr}/\text{m}^2/\text{th}$; masing-masing untuk periode 1997- 2002, 1992-1997 dan 1987-1992.

ABSTRACT

DEPOSITION FLUX OF Zn AND Cr AT THE CISADANE ESTUARY DERIVED FROM ^{210}Pb UNSUPPORTED PROFILE AND 5 YEARS FLOOD-STORM CYCLE. The measurement of the depth profile of ^{210}Pb unsupported and heavy metals within the core sediment samples were conducted at the Cisadane estuary at 2002 year. The two sediment cores were taken at the Tanjung Burung and Tiang Sampan estuary; respectively. The ^{210}Pb unsupported depth profile could be used for estimating the sedimentation rate, and for estimating deposition flux of Zn and Cr based on 5 years cycle of time. The sedimentation rates of dry sediment at the Tanjung Burung estuary were 4.142 $\text{g}/\text{cm}^2/\text{yr}$, 2.518 $\text{g}/\text{cm}^2/\text{yr}$ and 1.27 $\text{g}/\text{cm}^2/\text{yr}$ in periods of 1997- 2002, 1992-1997 and 1987-1992; respectively. The sedimentation rates of dry sediment at the Tiang Sampan estuary were 3.626 $\text{g}/\text{cm}^2/\text{yr}$, 2.8 $\text{g}/\text{cm}^2/\text{yr}$ and 1.41 $\text{g}/\text{cm}^2/\text{yr}$ in periods of 1997-2002, 1992-1997 and 1987-1992. Deposition flux of Zn : Cr at the Tanjung Burung estuary were 4.867 $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$: 0.9 $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$, 3.515 $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$: 0.69 $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$ and 1.363 $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$: 0.2 $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$; in periods of 1997- 2002, 1992-1997 and 1987-1992; respectively. Deposition flux of Zn:Cr at the Tiang Sampan estuary were 3.368 $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$: 0.703 $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$, 2.814 $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$: 0.574 $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$ and 1.593 $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$: 0.303 $\text{g}/\text{m}^2/\text{yr}$; in periods of 1997- 2002, 1992-1997 and 1987-1992; respectively.

LATAR BELAKANG

^{210}Pb merupakan radionuklida lingkungan yang berasal dari anak luruh deret panjang Uranium-238 yang ada dalam kerak bumi. Radionuklida lingkungan Pb-210 merupakan radionuklida terrestrial, yang mana besar kecilnya aktivitas kandungan Pb-210 sangat tergantung pada lingkungannya. Isotop ini ada dalam kerak bumi dengan kelimpahan 99,274%, sedangkan

isotop lainnya yaitu ^{235}U dan ^{234}U berturut-turut dengan kelimpahan 0,72% dan 0,06%^[1]. Radionuklida ^{210}Pb (waktu paroh 22,35 tahun^[2]) berasal dari ^{222}Rn , sedangkan ^{222}Rn adalah turunan ^{226}Ra , yang terjadi secara alamiah dalam tanah atau batuan. Sebagian kecil gas ^{222}Rn akan terdifusi ke atmosfer dari tanah dan akan menghasilkan ^{210}Pb dalam atmosfer. Jatuhnya ^{210}Pb dari atmosfer ini umumnya dinyatakan sebagai ^{210}Pb *unsupported/excess* bila berada dalam tanah/sedimen. Hal ini berguna untuk membedakan ^{210}Pb yang dihasilkan langsung dari tanah/sedimen dan disebut ^{210}Pb *supported*^[3]. Radionuklida alamiah ^{210}Pb mempunyai sifat mudah teradsorpsi oleh partikel-partikel halus penyusun sedimen dan oleh karena itulah ^{210}Pb banyak digunakan secara luas sebagai perunut lingkungan untuk mempelajari sedimen di daerah fluvial, marine, maupun sedimen danau. Namun demikian, referensi mengenai pemanfaatan ^{210}Pb untuk mempelajari sedimen di daerah muara masih sulit ditemukan.

Sungai Cisadane merupakan salah satu sungai utama di Kabupaten Tangerang dan air sungainya digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan air minum yang dikelola oleh PDAM Tangerang. Disekitar bantaran sungai Cisadane terdapat puluhan pabrik yang beroperasi dan diduga turut berkontribusi pencemaran sungai Cisadane berupa logam-logam berat sebagai limbah yang dibuang ke dalam alirannya. Sungai ini mempunyai daerah hulu di sekitar Gunung Pangrango-Puncak, Jawa barat. Dengan perkembangan perumahan yang pesat di daerah Puncak beberapa tahun terakhir telah menyebabkan terjadinya kenaikan beban sedimen tersuspensi sebagai angkutan sedimen sungai, karena berkurangnya daerah resapan di hulu dan terbawanya partikel-partikel halus tanah oleh aliran limpasan yang menuju ke sungai, khususnya saat terjadinya hujan lebat 5 tahunan.

Air dan sedimen tersuspensi yang terbawa oleh aliran air sungai Cisadane ini dapat mengandung ^{210}Pb yang berasal dari material tererosi maupun sejumlah logam berat yang bersumber dari buangan industri di sepanjang aliran sungai Cisadane. Sumber utama logam-logam berat adalah bentuk cairan (“limbah pabrik yang masuk ke sungai”) dan terserap oleh sedimen suspensi, dan akan terendapkan pada daerah muara yang memungkinkan. Sedangkan untuk ^{210}Pb , selain berasal dari material tererosi, sumber lain berasal dari deposisi kering sedimen berupa jatuhnya ^{210}Pb *unsupported* dari udara dan deposisi basah melalui air hujan, terendapkan di dasar muara, maupun ^{210}Pb *supported* yang berasal dari kolom sedimen sendiri. Hasil sedimentasinya di daerah muara diharapkan dapat dijadikan sebagai sarana untuk mengetahui proses pengendapan yang berlangsung melalui pengukuran profile ^{210}Pb *unsupported* pada sedimen.

Adapun, proses pengendapan sedimen yang mengandung logam berat dan ^{210}Pb di daerah muara sangat dipengaruhi oleh hidrodinamika muara. Dimana, muara merupakan titik pertemuan antara aliran air sungai dan laut. Air sungai sebagai pembawa material tererosi yang mengandung ^{210}Pb dari daerah hulu, bantaran akan mengendapkan sedimen di muara pada daerah dimana pengaruh interaksi antara aliran air sungai dan pasang surut laut paling minimal. Logam berat dari berbagai limbah yang mengalir ke sungai akan terbawa oleh aliran air sungai dan kemudian teradsorpsi oleh partikel tersuspensi. Oleh karena itu, sedimen di daerah muara sungai disamping mengandung radionuklida ^{210}Pb , juga mengandung logam berat yang teradsorpsi oleh material tersuspensi yang berasal dari daerah tangkapan maupun erosi badan sungai. Selain itu, sedimen di daerah muara berkontribusi juga oleh sedimen yang berasal dari laut maupun jatuhnya debu langsung dari atmosfer. Secara hidrodinamika, kondisi di daerah muara sangat kompleks dan dinamis karena adanya pengaruh aliran air sungai dan pasang surut laut. Pada laju discharge ekstrim, seperti saat kejadian banjir siklus 5 tahunan, angkutan sedimen sungai yang begitu tinggi dan interaksinya dengan pasang surut laut akan meninggalkan endapan sedimen yang ekstrim pula karena proses flokulasi yang terjadi.

Tujuan penelitian adalah untuk mengkaji kemungkinan pemanfaatan profile kedalaman aktivitas *unsupported* ^{210}Pb untuk penentuan laju pendangkalan, untuk mengestimasi fluks logam berat (Zn, dan Cr) yang mengendap di Muara melalui profile *unsupported* ^{210}Pb dan fenomena siklus banjir 5 tahunan.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

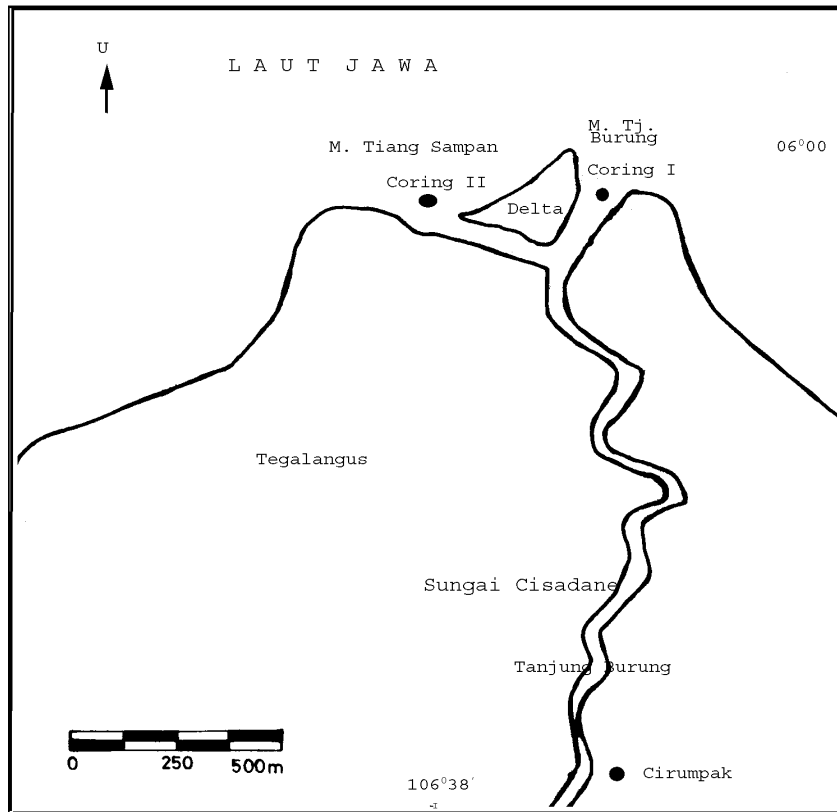
Sampel yang diteliti terdiri dari 2 contohh coring sedimen muara sungai, yaitu masing-masing di Muara Tanjung Burung (C-1) dan Muara Tiang Sampan (C-2) Sungai Cisadane, Tangerang, Banten. Untuk penelitian ini, sampel sedimen diambil pada kedalaman sekitar 1,0 meter dari air permukaan muara pada saat laut surut dengan lokasi titik pengambilan dapat dilihat pada Gambar 1. Contoh sedimen core diambil dengan alat coring yaitu alat sederhana yang terbuat dari paralon berdiameter 3 inci dengan panjang berkisar 50 cm. Dari 2 titik sedimen core ini, contoh diambil masing-masing sampai kedalaman 32 cm (C-1) dan 26 cm (C-2). Contohh sedimen core yang sudah diambil didinginkan dengan menggunakan es campur garam. Setelah beku, contoh sedimen dikeluarkan dan dipotong-potong tiap 2 cm. Karena contoh sedimen di sekitar dinding tabung paralon besar kemungkinan terganggu, contohh sedimen tersebut diambil bagian tengahnya dengan paralon berdiameter 1,25 inci, dikeringkan dan ditimbang (sisa sedimen bagian

luarnya, dikeringkan dan ditimbang juga). Sebanyak 3 gram dari masing-masing contoh sedimen dituang ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan perunut ^{209}Po beraktivitas 0,4 Bq . Preparasi kimia dilakukan dengan asam kuat^[4], selanjutnya contoh disaring dengan kertas whatman dan dilakukan deposisi Po pada Nickel disc berdiameter 1,9 cm. Hasil deposisi dicuci dengan air bebas ion dan dikeringkan, kemudian dicacah dengan alpha spectrometer. Dengan asumsi adanya keseimbangan antara aktivitas ^{210}Pb total dengan ^{210}Po , maka aktivitas total ^{210}Pb dapat dihitung sebagai berikut:

$$^{210}\text{Pb total (mBq/gr)} = \text{jumlah cacah } ^{210}\text{Po} / \text{jumlah cacah } ^{209}\text{Po} \times 0,4 \text{ Bq/3 gr}$$

Sisa sampel yaitu sebanyak 50 gr dipersiapkan untuk mengukur kandungan ^{210}Pb supported dan 300 mg untuk analisis Zn dan Cr dengan metode NAA. Pengukuran ^{210}Pb supported maupun Zn dan Cr ini dilakukan dengan alat Penganalisa saluran ganda (MCA) gamma Hp-Ge berefisiensi relatif 10%.

Pengukuran aktivitas ^{210}Pb *unsupported* dilakukan dengan cara pengurangan antara aktivitas ^{210}Pb total tiap perlapisan sedimen yang diperoleh dari alpha spektrometer dengan aktivitas ^{210}Pb *supported* yang diperoleh melalui pengukuran ^{214}Pb ^[5] ($E=351 \text{ KeV}$) menggunakan gamma spektrometer. Pengukuran ^{210}Pb *supported* pada sampel coring 1 dan 2 dilakukan dengan menimbang sampel sebesar 40 gr kemudian ditempatkan pada wadah yang tertutup rapat dan dibiarkan selama kurang lebih 1 bulan agar tercapai keseimbangan antara aktivitas ^{226}Ra dengan anak luruhnya, sehingga aktivitas ^{214}Pb dalam keseimbangan dengan aktivitas ^{226}Ra ^[5].



Gambar 1. Lokasi Pengambilan sampel di Muara Tanjung Burung (C-1) dan Muara Tiang Sampan (C-2)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik fisik sedimen core

Hasil dari pengamatan sampel sedimen core memberikan gambaran karakteristik fisik yang sangat berbeda antara sedimen core di muara Tanjung Burung (C-1) dan di muara Tiang Sampan (C-2). Pada C-1, baik dari lapisan atas sampai terbawah yaitu 32 cm, ukuran partikelnya didominasi oleh silt-clay dan kandungan pasir halus sangat sedikit; sedangkan pada C-2 dari lapisan atas sampai terbawah yaitu 26 cm, ukuran butir sedimen didominasi oleh pasir halus. Hal ini sesuai dengan morfologi bentuk muara yang memungkinkan terjadinya pemisahan ukuran butiran tersebut.

Profil ^{210}Pb unsupported dan logam berat

Hasil-hasil pengukuran ^{210}Pb disajikan pada Tabel-1 dan Tabel-2, dan hasil pengukuran logam berat disajikan pada Tabel-3. Dari Tabel-1 dan Tabel-2 tampak bahwa aktivitas ^{210}Pb bervariasi dari kisaran 3,94 s/d 288 mBq/gr pada coring 1 dan 0,63 s/d 12,87 pada coring 2. Hasil ini tidak menunjukkan adanya kecenderungan menurun secara eksponensial dan juga nilai *unsupported* ^{210}Pb sangat bervariasi dari tiap kedalaman, baik pada sedimen core 1 maupun core 2.

Hasil kandungan logam dari profil sedimen core adalah 95,7 ppm s/d 177,382 ppm dan 10,22 ppm s/d 39,04 ppm untuk coring 1 ; 69,4 ppm s/d 134 ppm dan 11,8 ppm dan 27,37 ppm, masing-masing untuk Zn dan Cr. Dari data ini terlihat bahwa kandungan logam berat Zn dan Cr tidak menunjukkan perbedaan yang mencolok antara coring 1 dan coring 2. Hal ini kemungkinan disebabkan adanya sumber yang berlainan antara Pb-210 *unsupported* dan logam berat. Sebagian besar Pb-210 berasal dari material tanah/sedimen yang tererosi dan terangkut dalam angkutan sedimen suspensi itu sendiri; sedangkan sumber Zn dan Cr kemungkinan adalah bentuk cairan yang berinteraksi secara psiko-kimia dengan sedimen suspensi di sepanjang aliran air sungai dan mengendap di Muara.

Tabel-1. Profile aktivitas ^{210}Pb *unsupported* pada coring-1

kedalaman (cm)	Mass depth (gr/cm ²)	^{210}Pb total (Bq/kg)	^{210}Pb supported (Bq/kg)	^{210}Pb excess (Bq/kg)
0-2	2,53	298,61	10,38	288,22
2-4	5,57	68,65	13,45	55,20
4-6	8,68	25,84	7,49	18,35
6-8	11,53	18,67	10,63	8,04
8-10	14,66	23,85	10,53	13,32
10-12	17,89	44,06	10,23	33,83
12-14	21,04	95,44	10,94	84,50
14-16	23,24	229,13	12,06	217,07
16-18	26,15	217,22	9,89	207,33
18-20	29,33	12,85	7,14	5,71
20-22	32,55	15,93	11,99	3,94
22-24	35,83	16,27	4,99	11,68
24-26	39,27	15,94	11,4	4,54
26-28	42,18	42,99	8,48	34,51
28-30	45,7	23,84	8,85	14,99
30-32	48,82	18,81	12,54	6,27

Tabel-2. Profile aktivitas ^{210}Pb *unsupported* pada coring-2

kedalaman (cm)	Mass depth (gr/cm ²)	^{210}Pb total (Bq/kg)	^{210}Pb supported (Bq/kg)	^{210}Pb excess (Bq/kg)
0-2	2,97	18,61	10,63	7,98
2-4	5,97	7,16	6,53	0,63
4-6	10,1	12,98	10,43	2,54
6-8	13,69	8,94	6,94	1,99
8-10	17,44	11,11	9,06	2,05
10-12	21,1	22,17	9,89	12,28
12-14	24,77	8,47	7,14	1,33
14-16	28,79	8,72	6,99	1,73
16-18	32,39	14,16	7,59	6,57
18-20	35,2	20,01	11,4	8,62
20-22	38,63	13,24	8,58	4,66
22-24	42,25	21,83	8,95	12,87
24-26	45,29	15,13	12,24	2,89

Tabel-3. Hasil pengukuran logam berat masing-masing kedalaman pada coring 1 dan coring 2

Kedalaman (cm)	Coring 1, Konsentrasi (ppm)		Coring 2, Konsentrasi (ppm)	
	Zn	Cr	Zn	Cr
0-2	110,203	22,831	95,1	19,652
2-4	116,564	14,638	69,4	11,828
4-6	118,735	21,237	103	17,654
6-8	119,018	23,107	114	23,18
8-10	116,887	24,672	87,5	26,355
10-12	91,455	16,276	88,4	17,744
12-14	89,590	12,157	108	23,767
14-16	177,382	39,04	99,8	23,736
16-18	145,339	30,733	97,2	22,147
18-20	163,348	28,944	109	15,529
20-22	100,502	23,691	108	27,37
22-24	111,651	15,098	101	22,108
24-26	114,414	22,257	134	20,923
26-28	95,748	10,22	-	-
28-30	119,403	21,735	-	-
30-32	109,52	13,162	-	-

Laju Sedimentasi dan deposisi Zn, Cr

Untuk analisis lebih jauh data pengukuran pada Tabel 1 dan Tabel 2 dibuat grafik hubungan antara aktivitas *unsupported* ^{210}Pb dengan *mass depth* dan dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Mass depth dapat diartikan sebagai massa sedimen total kering dari kedalaman

sedimen core tertentu sampai permukaan sedimen per satuan luasan core. Konsep ini diperlukan untuk memudahkan analisis lebih lanjut tanpa mempertimbangkan pengaruh dari kerapatan tiap lapisan, karena umumnya lapisan sedimen lebih bawah mempunyai kerapatan lebih besar, sehingga dengan konsep ini pengaruh kerapatan sedimen dapat dihilangkan^[5]. Konsep ini juga sering disebut dalam istilah lain yaitu sedimen kering kumulatif (*cumulative dry sediment*).

Lebih lanjut, dengan membandingkan 2 core ini ada perbedaan mencolok antara besarnya aktivitas ^{210}Pb , di mana nilai *unsupported* ^{210}Pb pada kolom sedimen 1 jauh lebih besar daripada kolom sedimen 2. Hal ini menggambarkan adanya perbedaan proses pengendapan partikel akibat interaksi antara aliran air sungai dan pasang surut laut. Partikel lebih halus yang umumnya terdiri dari silt-clay dan mengandung ^{210}Pb terkonsentrasi pada lokasi coring 1, sedangkan partikel yang lebih kasar banyak terendapkan pada lokasi coring 2. Meskipun demikian, kedua coring memperlihatkan pola profil yang identik.

Dari Gambar 2 dan 3, profil ^{210}Pb *unsupported* terhadap kedalaman tidak memperlihatkan penurunan aktivitas secara eksponensial terhadap *unsupported* ^{210}Pb , akan tetapi terdapat nilai yang sangat berfluktuasi dengan puncak aktivitas di *mass depth* tertentu. Adanya dinamika yang sangat kompleks pada daerah muara, khususnya pada mulut muara yang sangat tergantung pada kondisi pasang surut laut dan aliran sungai menyebabkan terjadinya pengendapan sedimen^[6]. Adanya perbedaan kadar garam dari alir laut dan air tawar dari sungai yang mengandung ion-ion logam akan mempengaruhi proses pengendapan karena terjadinya gumpalan partikel. Proses pengendapan akan lebih cepat terjadi pada angkutan sedimen suspensi yang lebih tinggi. Oleh karena itu, puncak-puncak yang terlihat pada profil ini dapat dijadikan penanda dimana kejadian ekstrem telah terjadi. Untuk itu, puncak-puncak aktivitas *unsupported* ^{210}Pb berhubungan dengan adanya proses pengendapan karena banjir besar siklus 5 tahunan yang melanda kota Jakarta dan sekitarnya.

Meskipun secara rinci tidak dapat digunakan untuk menentukan kronologi terjadinya pendangkalan di daerah muara, akan tetapi dari hasil profile sedimen core dapat dijadikan sarana untuk estimasi laju pengendapan sedimen yang berhubungan dengan siklus banjir 5 tahunan. Hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar-2 dan Gambar-3. Pada kedua gambar tersebut terlihat adanya puncak aktivitas ^{210}Pb *unsupported*, masing-masing pada *mass depth* 3, 23, 35 dan 42. Hal ini dapat diinterpretasikan bahwa pada *mass depth* 3 mengindikasikan pengendapan ^{210}Pb yang terbawa oleh partikel halus pembentuk sedimen akibat banjir besar tahun 2002, dimana pengambilan sampel dilakukan 3 bulan sesudah kejadian tersebut. Demikian seterusnya, pada *mass*

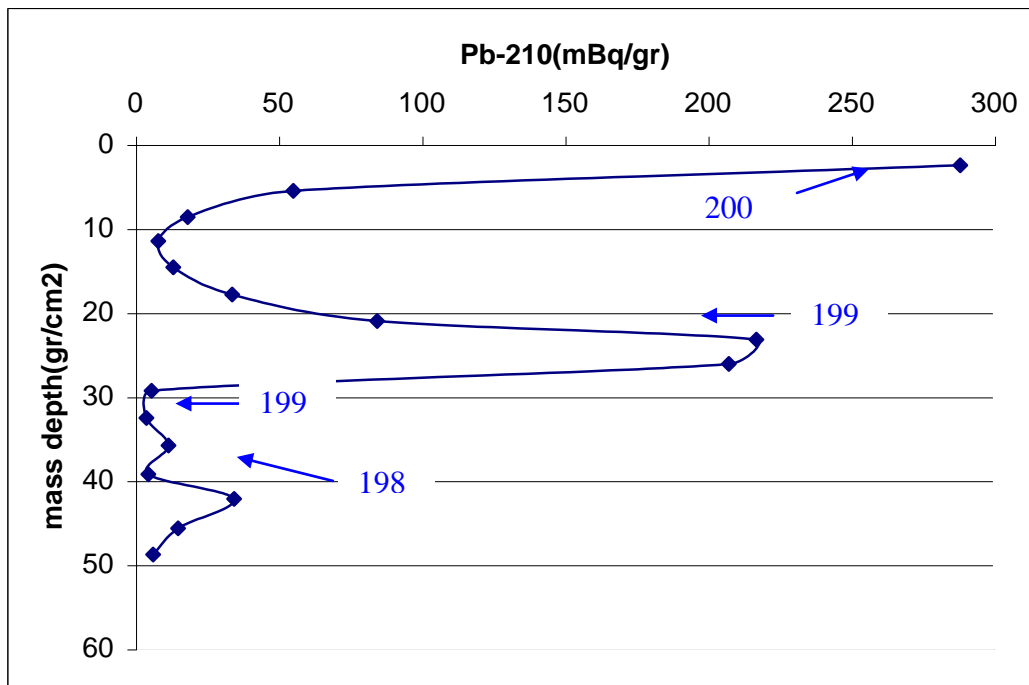
depth 23, 35 dan 42, masing-masing berhubungan dengan pengendapan sedimen karena terjadinya banjir pada tahun 1997, 1992 dan 1987.

Dengan interpretasi demikian dapat dibuat perhitungan laju pengendapan sedimen masing-masing tempat pengambilan core. Pada daerah Muara Tanjung Burung (C-1), laju pengendapan sedimen dihitung berdasarkan perbedaan *mass depth* dalam rentang 5 tahun, sehingga didapatkan nilai pengendapan yang setara dengan sedimen kering sebanyak 4,142 gr/cm²/th, 2,518 gr/cm²/th dan 1,27 gr/cm²/th masing-masing untuk rentang waktu dari tahun 1997 s/d 2002, 1992 s/d 1997 dan tahun 1987 s/d 1992. Sedangkan, laju pengendapan pada Muara Tiang Sampan sebesar 3,626 gr/cm²/th, 2,8 gr/cm²/th dan 1,41 gr/cm²/th masing-masing untuk rentang waktu dari tahun 1997 s/d 2002, 1992 s/d 1997 dan tahun 1987 s/d 1992. Dari hasil perhitungan ini dapat dikatakan bahwa laju pengendapan sedimen di Muara Cisadane semakin tinggi dari periode ke periode, yang mengindikasikan terjadinya beban angkutan sedimen suspensi sungai Cisadane yang semakin besar. Apabila dihubungkan dengan kondisi daerah hulu sungai Cisadane, berkemungkinan besar bahwa daerah hulu telah mengalami percepatan erosi dari kurun waktu satu ke kurun waktu berikutnya. Sedangkan, sumber pengendapan sedimen di muara umumnya berasal dari lahan tanah di daerah hulu yang telah mengadsorp ^{210}Pb unsupported dengan partikel penyusun tanah yang lebih halus mengadsorp ^{210}Pb unsupported lebih tinggi.

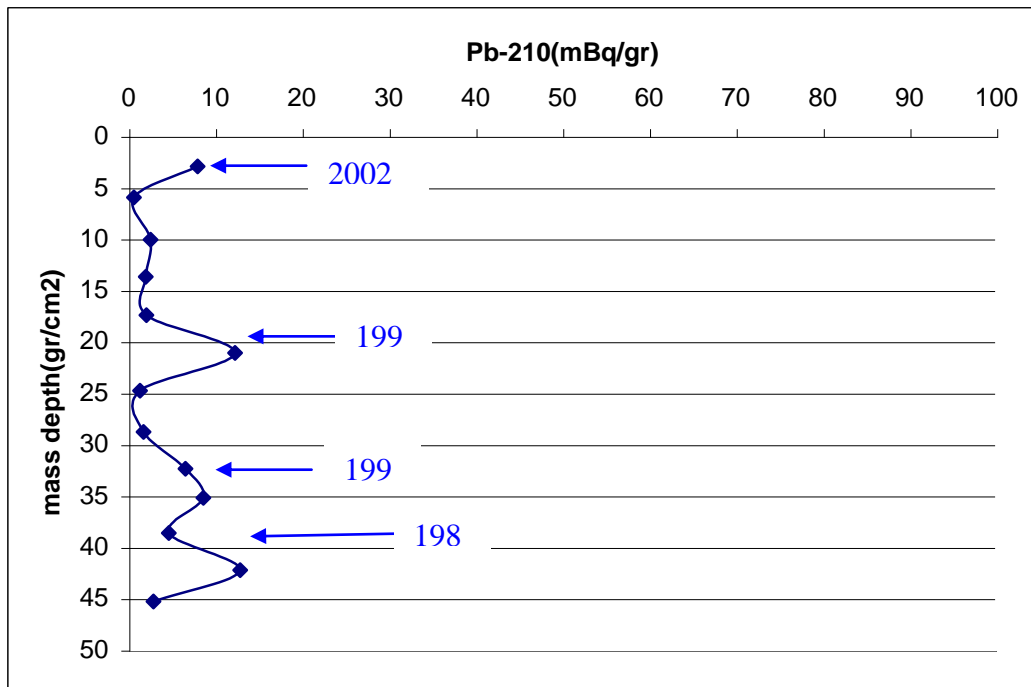
Dengan cara yang sama dapat di lakukan estimasi fluks deposisi Zn dan Cr pada masing-masing kolom sedimen yaitu dengan cara mengalikan laju sedimentasi dengan konsentrasi rata-rata kurun waktu tertentu dan dinyatakan dalam gr/m²/th, seperti terlihat dalam Tabel 4. Pada kedua sedimen core ternyata menunjukkan pola dan kecenderungan yang sama yaitu baik konsentrasi Zn maupun Cr terus naik terhadap periode waktu. Secara rata-rata dari kedua sampel core, fluks deposisi Zn dan Cr menunjukkan adanya peningkatan polutan metal tersebut lebih dari 3 kali lipat bila dibandingkan dari kurun tahun 1987 s/d 1992 dengan tahun 1997 s/d 2002. Dengan asumsi asal sumber sedimen adalah sejenis, sehingga koefisien distribusi masing-masing logam hanya bergantung pada konsentrasi logam terlarut, maka dapat diinterpretasikan bahwa telah terjadi kenaikan aktivitas limbah Zn dan Cr yang diduga berasal dari industri. Secara umum, kenaikan fluks deposisi Zn dan Cr sangat signifikan dari kurun waktu 1987-1992 sampai kurun waktu 1997-2002.

Tabel 4. Hasil perhitungan fluks deposisi Zn dan Cr di Muara Tanjung Burung Muara Tiang Sampan

Core 1, Muara Tanjung Burung					Core 2, Muara Tiang Sampan			
Kurun waktu	Rerata Zn,ppm	Rerata Cr,ppm	Fluks deposisi (gr/m ² /th)		Rerata Zn,ppm	Rerata Cr,ppm	Fluks deposisi (gr/m ² /th)	
			Zn	Cr			Zn	Cr
1997-2002	117,5	21,74	4,867	0,90	92,9	19,4	3,368	0,703
1992-1997	139,6	27,5	3,515	0,69	100,5	20,5	2,814	0,574
1992-1987	107,3	15,86	1,363	0,20	113	21,5	1,593	0,303



Gambar-2. Grafik antara ²¹⁰Pb unsupported terhadap mass depth pada coring 1



Gambar-3. Grafik antara ^{210}Pb unsupported terhadap mass depth pada coring 2

KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pada lokasi studi yaitu daerah muara Cisadane–Tangerang, terlihat bahwa profil ^{210}Pb unsupported tidak mempunyai pola penurunan aktivitas secara eksponensial yang jelas. Profil ^{210}Pb mempunyai puncak aktivitas yang dapat digunakan sebagai penanda banjir siklus 5 tahunan. Puncak ini terjadi sebagai akibat pengendapan sedimen flokulasi. Makin tinggi angkutan sedimen suspensi semakin tinggi laju pengendapan. Perbedaan aktivitas ^{210}Pb unsupported yang terjadi di daerah Muara Tiang Sampan dan Muara Tanjung Burung adalah akibat interaksi pasang surut laut dan aliran sungai yang memisahkan partikel silt-clay dan pasir. Sumber pengendapan sedimen di muara umumnya berasal dari lahan tanah di daerah hulu yang telah menyerap ^{210}Pb unsupported dengan partikel penyusun tanah yang lebih halus menyerap ^{210}Pb unsupported lebih tinggi. Laju pengendapan sedimen kering berdasarkan hipotesis siklus banjir 5 tahunan adalah 4,142 gr/cm²/th, 2,518 gr/cm²/th dan 1,27 gr/cm²/th masing-masing dalam rentang waktu dari tahun 1997 s/d 2002, 1992 s/d 1997 dan tahun 1987 s/d 1992 untuk Muara Tanjung Burung. Laju pengendapan pada Muara Tiang Sampan sebesar 3,626

gr/cm²/th, 2,8 gr/cm²/th dan 1,41 gr/cm²/th masing-masing untuk rentang waktu dari tahun 1997 s/d 2002, 1992 s/d 1997 dan tahun 1987 s/d 1992. Fluks deposisi Zn dan Cr mengalami kenaikan yang nyata dari kurun waktu 1987-1992 sampai kurun waktu 1997-2002.

DAFTAR PUSTAKA

1. LAV, STANIS AND MARES., Introduction to Applied Geophysics, Charles Univ., D. Radel Publishing Company, Praque, 1984.
2. LERMAN, A., IMBODEN, D. AND GAT, J.; Physics and Chemistry of Lakes, 2nd edition, Springer Publishing Company, Germany, 1995.
3. IAEA., Use of Nuclear Techniques in Studying Soil Erosion and Siltation, IAEA-TECDOC-828, Vienna, 1993.
4. BALLESTRA, S., and HAMILTON, T., Basic Procedures Manual Radiochemistry, IAEA-Marine Environment Laboratory, Monaco, 1994.
5. WIELAND E. et al., Scavenging of Chernobyl ¹³⁷Cs and ²¹⁰Pb in Lake Sempach, Switzerland, *Geochemica et Cosmochemica Acta*, Vol. 57, Pergamon Press Ltd., 1993.
6. DRONKERS J., Morphodynamics of the Dutch Delta, Physics of Estuaries and Coastal Seas, Dronkers J. Scheffers MBAM (Eds.), Balkema, Rotterdam, pp. 297-304, 1998.