

Analisis Kualitas Sedimen Sungai Segah Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Utara

Eka Wardhani dan Lina Apriyanti Sulistiowati

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITENAS Bandung
Jl. PHH Mustofa 23 Bandung 40123
Email: ekw_wardhani@yahoo.com

ABSTRAK

Sungai Segah adalah salah satu sungai terbesar yang berada di Kabupaten Berau. Sungai Segah membentang dari hulu Kecamatan Segah dan bertemu dengan Sungai Kelay tepat di jantung kota Tanjung Redeb pusat pemerintahan Kabupaten Berau. Penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat kontaminasi sedimen oleh pencemaran logam berat Cr, Cu, Cd, Pb, dan Zn. Sedimen merupakan tempat akumulasi logam berat dalam ekosistem perairan. Logam berat akan terlepas dan menjadi sumber pencemaran di perairan tersebut. Sedimen memegang peranan penting dalam pergerakan dan akumulasi logam berat yang berpotensi menimbulkan dampak toksisitas terhadap biota. Metode penelitian menggunakan Contamination Factor, diharapkan dapat memberi gambaran nyata mengenai pencemaran lima logam berat yaitu Cr, Cu, Cd, Pb, dan Zn yang terjadi sehingga dapat memberikan masukan untuk pengelola sungai dalam mengambil langkah pengendalian pencemaran air yang tepat. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa konsentrasi lima logam berat yaitu Cr, Cu, Cd, Pb, dan Zn yang terkandung di Sungai Segah masih memenuhi baku mutu berdasarkan ANZECC, 1995. Berdasarkan penilaian kualitas sedimen Sungai Segah dengan menggunakan metode Cf dinyatakan bahwa sedimen telah tercemar oleh logam berat terutama Cd dengan katagori tercemar sangat berat. Sumber logam berat Cd dan logam berat lainnya diprediksi berasal dari aktivitas pertambangan di DAS Segah. Diperlukan upaya pengendalian pencemaran dari sumbernya supaya pencemaran sedimen di sungai ini tidak menimbulkan dampak lebih lanjut.

Kata Kunci: Berau, Contamination Factor, Segah, Sedimen

ABSTRACT

Segah River is one of the largest rivers located in Berau District. Segah River stretches from upstream of Segah District and meets Kelay River right in the heart of Tanjung Redeb district of Berau District Government. This study aims to assess the level of sediment contamination by heavy metal pollution Cr, Cu, Cd, Pb, and Zn. Sediments are places of heavy metal accumulation in aquatic ecosystems. Heavy metal will be released and become a source of pollution in these waters. Sediments play an important role in the movement and accumulation of heavy metals that could potentially impact toxicity to biota. The research method using Contamination Factor is expected to give a real picture of the contamination of five heavy metals that Cr, Cu, Cd, Pb, and Zn that occur so as to provide input for river managers in taking appropriate water pollution control measures. Based on the result of the research, it can be concluded that the concentration of five heavy metals of Cr, Cu, Cd, Pb, and Zn contained in Segah River still fulfill stream standard based on ANZECC, 1995. Based on the assessment of Segah River sediment quality using Cf method it is stated that sediment has been contaminated by heavy metal especially Cd with the heavy contaminated category. Sources of heavy metals Cd and other heavy metals are predicted to come from mining activities in the Segah River Basin. There is a need to control pollution from the source so that sediment contamination in the river will not cause a further impact.

Keywords: Berau, Contamination Factor, Segah, Sedimen

1. PENDAHULUAN

Sedimen merupakan tempat akumulasi logam berat dalam ekosistem perairan. Sedimen merupakan tempat akumulasi logam berat dalam ekosistem perairan. Logam berat akan terlepas dan menjadi sumber pencemaran di perairan tersebut. Sedimen memegang peranan penting dalam pergerakan dan akumulasi logam berat yang berpotensi menimbulkan dampak toksisitas terhadap biota. Logam berat akan terlepas dan menjadi sumber pencemaran di perairan tersebut. Sedimen memegang peranan penting dalam pergerakan dan akumulasi logam berat yang berpotensi menimbulkan dampak toksisitas terhadap biota [1]. Pencemaran baik di darat maupun perairan terus terjadi, salah satunya pencemaran logam berat yang kehadirannya sangat penting untuk diperhitungkan karena sifatnya yang sulit terurai, persisten, dan dapat berakumulasi dalam tubuh makhluk hidup. Logam berat di perairan biasanya terdapat dalam konsentrasi rendah tetapi aktivitas manusia akan meningkatkan konsentrasi logam berat di perairan sehingga menimbulkan masalah lingkungan yang harus segera di selesaikan [2].

Logam berat memasuki lingkungan perairan berasal dari proses alami dan aktivitas manusia. Pengayaan logam berat di lingkungan perairan terjadi melalui berbagai sumber yaitu: limbah industri, emisi dari aktivitas lalu lintas, limbah domestik, deposisi atmosfer dan lain-lain [3]. Selain dari aktivitas manusia sumber-sumber pencemaran logam berat alami yang penting adalah aktivitas gunung berapi, pelapukan batuan, dan kebakaran hutan [4]. Di negara berkembang, peningkatan pesat sektor pertanian dan industri memberikan kontribusi peningkatan kandungan logam berat di udara, air, dan tanah [4, 5, 6]. Lingkungan perairan seperti sungai, danau, dan lahan basah merupakan sistem yang paling berisiko terkena dampak pencemaran logam berat, sehingga pemahaman mengenai pencemaran logam berat di perairan merupakan topik yang menarik di berbagai daerah Asia [1, 7, 8, 9]

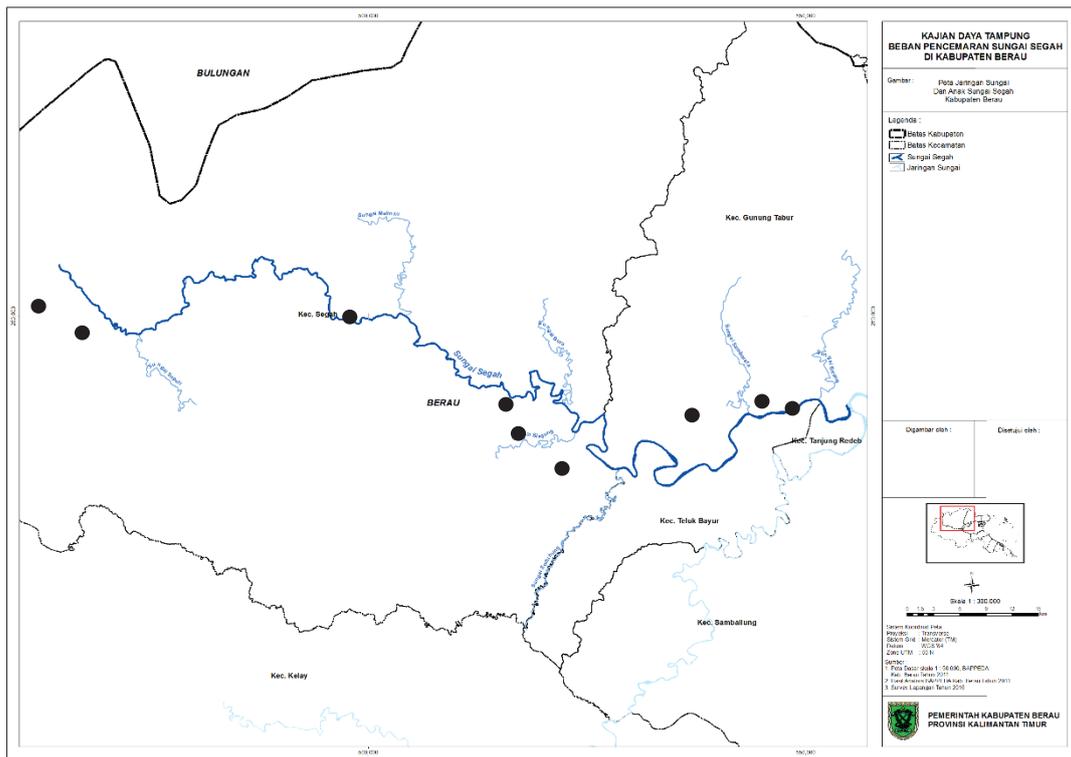
Penelitian mengenai penilaian kualitas sedimen terkait dengan kontaminasi logam berat telah banyak dilakukan, sebagai contoh penilaian kualitas sedimen di Sungai Yuan China [10], Sungai Pearl China yang berdekatan dengan *Sanitary Landfill* [11], Sungai Doce Brazil [12], Danau Taihu China [13], dan Sungai Jiangsu China [14]. Berdasarkan uraian yang telah disebutkan, maka dilakukan penelitian dengan judul analisis kualitas sedimen Sungai Segah Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Utara. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi gambaran nyata mengenai pencemaran lima logam berat yaitu Cr, Cu, Cd, Pb, dan Zn yang terjadi sehingga dapat memberikan masukan untuk pengelola sungai dalam mengambil langkah pengendalian pencemaran air yang tepat.

2. METODE PENELITIAN

Sedimen permukaan pada kedalaman sekitar 0-10 cm di dasar sungai pada sepuluh titik yang telah ditentukan diambil dengan menggunakan Eikman Grab Sampling. Sampling sedimen diambil dari 10 titik sepanjang Sungai Segah dari hulu sampai hilir. Sample diambil disetiap pertemuan anak sungai. Gambar 1 menjabarkan lokasi pengambilan titik sampling sedimen di Sungai Segah. Tabel 1 menjabarkan lokasi titik sampling.

Tabel 1. Lokasi Pengambilan Titik Sampling

No	Lokasi Sampling	No	Lokasi Sampling
1	Hulu Sungai	6	Muara Sungai Sambarata
2	Muara Sungai Sepeti	7	Muara Sungai Birang
3	Muara Sungai Malinau	8	Hilir
4	Muara Sungai Bura	9	Hilir
5	Muara Sungai Siagung	10	Muara Sungai Kelay



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Titik Sampling

Contoh sedimen diambil sekitar 2 kg dan secepatnya dimasukkan ke dalam plastic polythen. Di laboratorium sedimen dikeringkan pada suhu 105 °C selama 8 jam selanjutnya digerus dalam mortar sampai halus. Selanjutnya contoh sedimen disaring dengan menggunakan saringan 200 µm. Logam berat dianalisis dengan menggunakan *Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP-MS)*. Metode ekstraksi dan analisis mengacu kepada *Standard Method for Examination Water and Wastewater 22nd edition* tentang *Metals by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS)*. Berdasarkan acuan tersebut sebanyak 0,5 g sedimen dilarutkan dalam 15 mL air raja yaitu campuran dari asam nitrat dan asam klorida dengan perbandingan 3:1. Selanjutnya dipanaskan pada *waterbath* selama 8 jam sampai semua sedimen terlarut semua. Setelah dipanaskan dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas bebas abu. Air destilasi ditambahkan untuk pada volumetrik flask berukuran 100 mL.

Penilaian Kualitas sedimen di Sungai Segah dilakukan dengan menggunakan metode faktor kontaminasi/*contamination factor*, (CF). CF merupakan metode penilaian kualitas sedimen tunggal untuk satu lokasi sampling dengan persamaan:

$$CF = \frac{C_{Metal}}{C_{background}} \tag{1}$$

Di mana *C metal* merupakan konsentrasi logam berat dalam sampel sedimen (mg/kg) dan *Cbackground* adalah konsentrasi logam latar belakang (mg/kg) [15]. Metode ini membandingkan konsentrasi satu jenis logam berat di lokasi sampling dengan logam berat latar belakang. Konsentrasi logam berat latar belakang merupakan konsentrasi logam berat yang berasal dari pelapukan batuan asli kerak bumi tanpa ada tambahan dari aktivitas antropogik [15].

Perhitungan CF pada penelitian ini menggunakan konsentrasi logam berat latar belakang berdasarkan hasil penelitian berdasarkan [9] dimana nilai konsentrasi latar belakang untuk Cr sebesar 126 mg/kg, Cu sebesar 25 mg/kg, Cd sebesar 0,1 mg/kg, Pb sebesar 14,8 mg/kg, dan Zn sebesar 65 mg/kg. Hasil dari perhitungan dengan metode CF ini dibandingkan dengan beberapa kelas tingkat pencemaran seperti disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kelas penilaian kualitas sedimen dengan CF [15]

Nilai CF	Tingkat Pencemaran
$CF < 1$	rendah
$1 \leq CF \leq 3$	sedang
$3 \leq CF \leq 6$	tinggi
$CF > 6$	Sangat tinggi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sungai Segah adalah salah satu sungai terbesar yang berada di Kabupaten Berau. Sungai Segah membentang dari hulu Kecamatan Segah dan bertemu dengan Sungai Kelay tepat di jantung kota Tanjung Redeb pusat pemerintahan Kabupaten Berau. Akhirnya, perpaduan kedua sungai besar ini akan bermuara di Laut Sulawesi. Keberadaan Sungai Segah sendiri menghidupi dan memberikan jasa lingkungan tak ternilai kepada sekian ribu masyarakat yang hidup di sepanjang aliran sungai ini. Daerah Aliran Sungai (DAS) Segah terdiri dari 4 Kecamatan, yaitu Kecamatan Segah, Teluk Bayur, Gunung Tabur, dan Tanjung Redep. Wilayah DAS Segah bagian hulu berada di Kecamatan Segah. DAS bagian tengah berada di Kecamatan Segah, Teluk Bayur, dan Gunung Tabur. DAS bagian hilir berada di Kecamatan Gunung Tabur dan Tanjung Redeb. Berdasarkan inventarisasi data, panjang Sungai Segah ± 175,74 km dengan total luas DAS Segah seluas 6.891,21 km². Terdapat tujuh anak sungai yang bermuara ke Sungai Segah yaitu: Sungai Sepeti, Malinau, Bura, Siagung, Soduhung, Sambarata, dan Birang.

Logam berat ialah logam dalam bentuk padat atau cair, yang mempunyai berat 5 gram/cm³ atau lebih, terletak di sudut kanan bawah sistem periodik, mempunyai afinitas yang tinggi terhadap unsur belerang (S) dan biasanya bernomor atom 22 sampai 29, periode 4 sampai 7. Logam berat dapat terjadi secara alamiah sebagai hasil dalam siklus biogeokimia. Logam berat dimanfaatkan untuk berbagai aktivitas manusia, termasuk aktivitas domestik maupun industri [16]. Logam berat merupakan salah satu komponen alami pada bumi yang tidak dapat didegradasi atau dihancurkan. Pada konsentrasi kecil, logam berat dapat memasuki tubuh melalui makanan, minuman, dan udara. Menurut Darmono [16], dalam tubuh makhluk hidup logam berat termasuk dalam *trace mineral* atau mineral yang jumlahnya sangat sedikit. Sebagai *trace element*, beberapa logam berat penting untuk mengatur metabolisme dalam tubuh manusia. Namun pada konsentrasi tinggi, logam ini berbahaya dan beracun karena cenderung mengalami bioakumulasi, yaitu kenaikan konsentrasi bahan kimia dalam organisme seiring dengan waktu dibandingkan dengan konsentrasi di lingkungan.

Logam berat di perairan biasanya terdapat dalam konsentrasi rendah tetapi aktivitas antropogenik akan meningkatkan konsentrasi logam berat di perairan, yang dapat menyebabkan masalah lingkungan di danau [1]. Konsentrasi tertinggi logam berat dalam sedimen berkaitan dengan input pengaruh aktivitas antropogenik. Lapisan sedimen merupakan bagian penting untuk melacak berbagai pencemar seperti logam. Lapisan sedimen dapat bertindak sebagai sumber pencemar area dalam badan air dan memiliki potensi untuk melepaskan logam dan pencemar lain dari ikatan sedimennya ke kolom air [10]. Tingkat Kontaminasi lingkungan air oleh logam berat dapat diperkirakan dengan menganalisis air, sedimen dan organisme perairan. Berdasarkan hasil analisis kualitas sedimen Sungai Segah seperti disajikan pada Tabel 3 konsentrasi sedimen masih memenuhi baku mutu berdasarkan ANZECC: *Australian and New Zealand Environment and Conservation Council*.

Tabel 3. Konsentrasi Sedimen di Sungai Segah (mg/kg) [17]

No	Parameter	Bakumutu	Titik Sampling									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Kromium (Cr)	80	<3	3	<3	3	<3	5	<3	7	11	8
2	Tembaga (Cu)	65	13	17	13	18	17	15	10	14	17	22
4	Kadmium Cd)	1,5	0,9	1	0,8	1	0,9	0,8	0,7	0,9	0,9	1
5	Timbal (Pb)	50	23	24	12	26	24	20	14	22	20	20
7	Seng (Zn)	200	79	46	38	65	72	61	45	74	32	71

Toksisitas logam pada manusia menyebabkan beberapa akibat negatif, terutama kerusakan jaringan, khususnya organ detoksifikasi dan ekskresi (hati dan ginjal). Beberapa logam bersifat karsinogenik, teratogenik, serta menyerang saraf sehingga dapat menyebabkan kelainan tingkah laku. Menurut Darmono [16], urutan toksisitas logam berat dari tinggi ke rendah adalah Hg>Cr>Cd~Cu~Zn>Ni, sedangkan untuk genotoksisitas Hg>Cr>Cu~Cd~Ni>Zn. Urutan toksisitas logam pada mamalia adalah Cd>Pb>Se>Hg>As>Zn>Cu> Ni, pada burung Pb>Se>Cd>As> Hg>Cu>Ni>Zn. Selain itu, urutan *uptake* pada invertebrata adalah Cd> Cu>Zn>Pb>Ni, sedangkan pada tumbuhan Se>Cd>Zn>Hg>Cu>Pb>As> Ni.

Logam berat bersifat bioakumulasi dan biomagnifikasi terhadap makhluk hidup. Bioakumulasi adalah penumpukan pencemar yang terus menerus dalam organ tubuh. Sedangkan biomagnifikasi adalah masuknya zat kimia dari lingkungan melalui rantai makanan sehingga terakumulasi hingga tingkat trofik yang lebih tinggi. Urutan potensi bioakumulasi pada invertebrata tanah Cd>Cu>Zn>Pb, sedangkan pada cacing tanah Cd>Cu>Zn>Pb>Ni. Selain itu, logam berat juga dapat terakumulasi pada tumbuhan dengan urutan potensi bioakumulasinya adalah Se>Cd>Zn>Hg>Cu>Pb> As>Ni. Sampai saat ini Indonesia belum memiliki baku mutu sedimen perairan, sehingga tidak bisa menilai kualitas sedimen di sungai. Beberapa negara telah mengembangkan panduan kualitas sedimen terkait pencemaran logam berat.

Cromium (Cr)

Logam berat Cr tidak terdapat secara bebas di alam. Mineral utama Cr adalah *chromite*. Senyawa Cr dapat ditemukan di air dalam jumlah yang sangat kecil (*trace amount*). Unsur dan senyawanya dapat dibuang ke air permukaan melalui berbagai industri. Misalnya dalam aplikasi dalam industri logam dan alloy. *Stainless steel* terdiri dari 12-15% Cr. Logam ini dapat diperhalus (*polished*) dan tidak teroksidasi ketika kontak dengan udara. Industri logam pada umumnya membuang Cr³⁺, sedangkan Cr⁶⁺ berasal dari limbah cair proses *tanning* dan pengecatan/pewarnaan. Senyawa Cr diaplikasikan sebagai pigmen dan 90% *tanning* kulit menggunakan senyawa Cr. Logam berat Cr dapat digunakan sebagai katalis, yaitu dalam penyuburan kayu, produksi audio dan video, dan laser (Darmono.,2001). Berdasarkan hasil pemeriksaan kualitas sedimen Sungai Segah dapat disimpulkan konsentrasi logam berat Cr masih memenuhi baku mutu berdasarkan ANZECC [17] di semua titik pemantauan seperti disajikan pada Gambar 2.

Tembaga (Cu)

Tembaga (Cu) yang masuk ke lingkungan perairan dapat berasal dari proses peluruhan batuan secara alamiah dan sebagai efek samping dari aktivitas manusia. Aktivitas manusia, seperti buangan industri, merupakan salah satu jalur yang mempercepat terjadinya peningkatan kelarutan Cu dalam badan perairan. Tembaga banyak digunakan pada pabrik yang memproduksi alat-alat listrik, gelas dan zat warna yang biasanya bercampur dengan logam lain sebagai *alloy*, seperti perak, kadmium, timah putih dan seng. Sedangkan garam tembaga banyak digunakan dalam bidang pertanian, misalnya larutan '*Bordeaux*' yang mengandung 1 hingga 3% tembaga sulfat (CuSO₄) digunakan untuk membasmi jamur pada pohon buah-buahan. Keracunan Cu secara khronis dapat dilihat dengan timbulnya penyakit Wilson dan Kinsky. Gejala dari penyakit Wilson ini adalah terjadinya penurunan kerja ginjal, kerusakan otak, dan pengendapan Cu dalam kornea mata. Penyakit Kinsky dapat diketahui dengan terbentuknya rambut yang kaku dan berwarna kemerahan pada penderita. Berdasarkan hasil pemeriksaan kualitas sedimen Sungai Segah dapat disimpulkan konsentrasi logam berat Cu masih

memenuhi baku mutu berdasarkan ANZECC [17] di semua titik pemantauan seperti disajikan pada Gambar 3.

Cadmium (Cd)

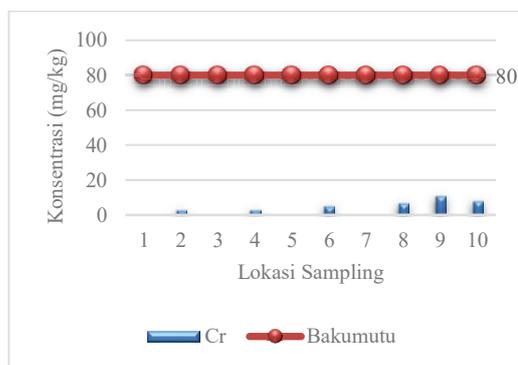
Logam berat Cd merupakan bahan beracun yang menyebabkan keracunan kronik pada manusia, maka tingkat maksimum yang diperbolehkan di perairan adalah 0,01 mg/L (Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan pengendalian Pencemaran Air). Cd adalah logam berat yang secara normal terdapat pada tanah dan air dalam kadar rendah. Cd berasal dari beberapa sumber yaitu sumber alami, pertambangan dan industri. Gunung berapi merupakan sumber Cd terbesar secara alami. Dari pertambangan, Cd tidak ditambang secara tersendiri, tetapi merupakan bahan ikutan dari pengolahan tambang dan produksi Pb, Zn, Cu, batu bara, dan minyak (Darmono.,2001). Berdasarkan hasil pemeriksaan kualitas sedimen Sungai Segah dapat disimpulkan konsentrasi logam berat Cd masih memenuhi baku mutu berdasarkan ANZECC [17] di semua titik pemantauan kecuali di titik 35 yang mencapai 2 mg/kg seperti disajikan pada Gambar 4.

Timbal (Pb)

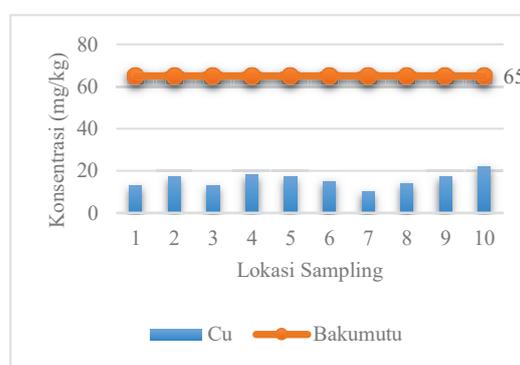
Logam berat Pb atau yang kita kenal sehari-hari dengan timah hitam dan dalam bahasa ilmiahnya dikenal dengan kata Plumbum dan logam ini disimpulkan dengan timbal (Pb). Logam ini termasuk kedalam kelompok logam-logam golongan IV-A pada tabel periodik unsur kimia. Mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat (BA) 207,2 adalah suatu logam berat berwarna kelabu kebiruan dan lunak dengan titik leleh 327°C dan titik didih 1.620°C. Pada suhu 550-600°C. Komponen Pb digunakan sebagai pewarna cat karena kelarutannya di dalam air rendah, dapat berfungsi sebagai pelindung, dan terdapat dalam berbagai warna. Berdasarkan hasil pemeriksaan kualitas sedimen Sungai Segah dapat disimpulkan konsentrasi logam berat Pb masih memenuhi baku mutu berdasarkan ANZECC.[17], di semua titik pemantauan seperti disajikan pada Gambar 5.

Zink (Zn)

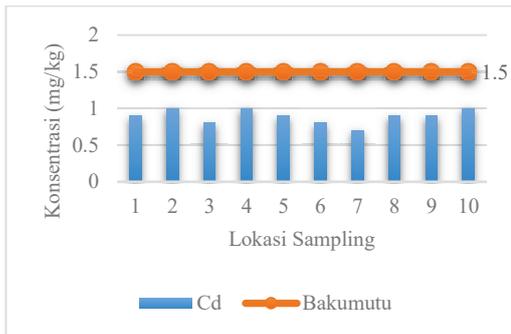
Logam berat Zn merupakan elemen esensial dalam jumlah yang sangat kecil (*trace elements*) untuk tumbuhan dan hewan. Pada mamalia, seng memiliki peran vital sebagai biosintesis dari asam nukleat, RNA polymerase, dan DNA polymerase, sehingga terlibat juga dalam proses penyembuhan jaringan dalam tubuh. Proses fisiologi lainnya, seperti metabolisme hormon, respon imun, dan stabilisasi ribosom dan membran, juga membutuhkan seng [16]. Seng banyak digunakan dalam berbagai bidang, antara lain: lapisan anti-karat untuk produk besi dan baja, bahan baku produksi kuningan dan perunggu, sebagai bahan peralatan rumah tangga, termasuk alat memasak, kosmetik, bedak, antiseptik, cat, karet, dan lain-lain, dalam industri kertas, gelas, ban mobil, layar televisi, baterai, peralatan elektronik, pupuk, insektisida, pengeras semen, pencetakan dan pewarnaan tekstil, produksi bahan adesif, sebagai fluks dalam operasi metalurgi, dan pengawet kayu, dalam produksi asap bom, pelatihan pemadam kebakaran, militer; dan sebagai obat dalam penanganan penyakit kekurangan seng, beberapa penyakit kulit, penyembuhan luka, dan pengurang rasa sakit pada pasien animea [16]. Berdasarkan hasil pemeriksaan kualitas sedimen Sungai Segah dapat disimpulkan konsentrasi logam berat Zn masih memenuhi baku mutu berdasarkan ANZECC.[17] di semua titik pemantauan seperti disajikan pada Gambar 6.



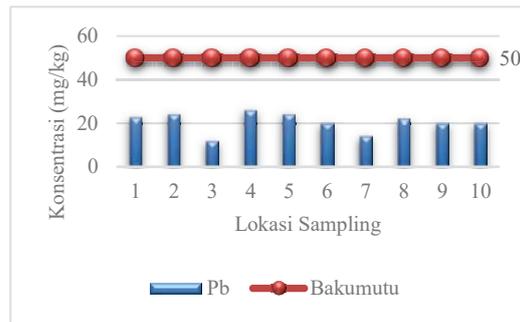
Gambar 2. Konsentrasi Cr di Sedimen



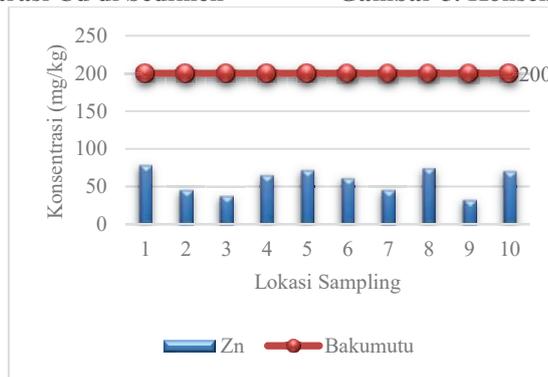
Gambar 3. Konsentrasi Cu di Sedimen



Gambar 4. Konsentrasi Cd di Sedimen

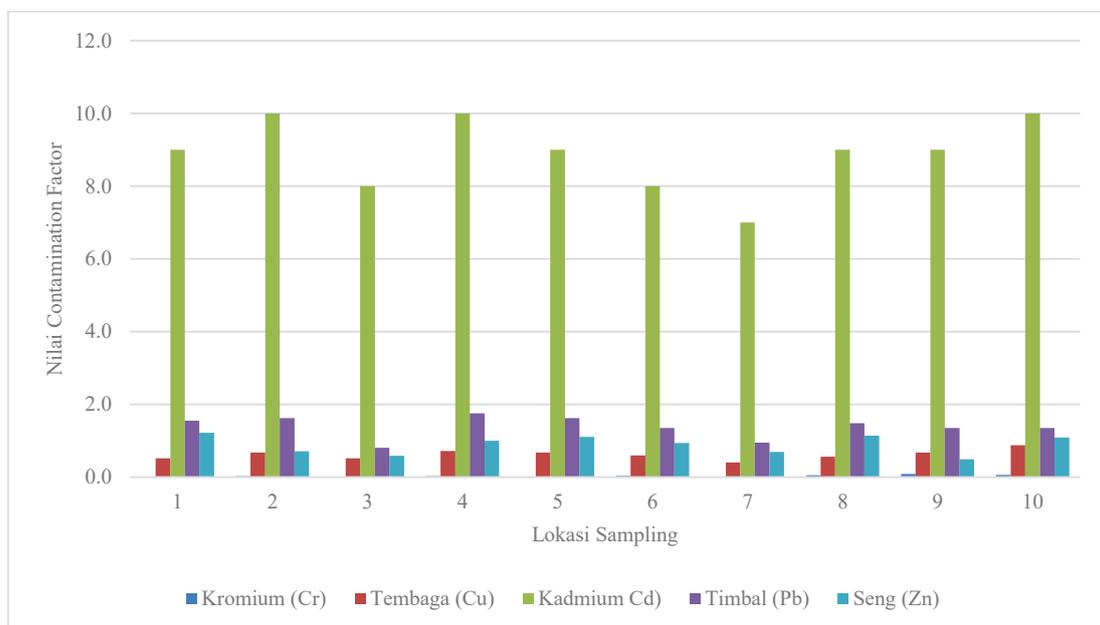


Gambar 5. Konsentrasi Pb di Sedimen



Gambar 6. Konsentrasi Zn di Sedimen

Penilaian tingkat kontaminasi sedimen oleh logam berat ditentukan dengan menggunakan CF. Berdasarkan hasil perhitungan seperti disajikan pada Gambar 7 menyatakan bahwa nilai CF tertinggi untuk logam berat Cd diikuti oleh Zn, Pb, Cu, dan Cr. Penilaian kualitas sedimen dengan metode CF ini menunjukkan konsentrasi logam berat yang terkandung dalam sedimen sangat ditentukan oleh konsentrasi latar belakangnya.



Gambar 7. Nilai Contamination Factor Sedimen di Sungai Segah

Status kontaminasi sedimen oleh logam berat disajikan pada Tabel 4, dimana berdasarkan tabel tersebut sedimen Sungai Segah telah terkontaminasi oleh logam berat Cr dan Cu dengan katagori rendah, oleh logam berat Cd dengan katagori sangat tinggi dan oleh logam berat Pb dan Zn dengan katagori rendah-sedang.

Tabel 4. Status Contamination Factor Sedimen di Sungai Segah

Lokasi Sampling	Logam Berat				
	Cr	Cu	Cd	Pb	Zn
1	Rendah	Rendah	Sangat Tinggi	Sedang	Sedang
2	Rendah	Rendah	Sangat Tinggi	Sedang	Rendah
3	Rendah	Rendah	Sangat Tinggi	Rendah	Rendah
4	Rendah	Rendah	Sangat Tinggi	Sedang	Sedang
5	Rendah	Rendah	Sangat Tinggi	Sedang	Sedang
6	Rendah	Rendah	Sangat Tinggi	Sedang	Rendah
7	Rendah	Rendah	Sangat Tinggi	Rendah	Rendah
8	Rendah	Rendah	Sangat Tinggi	Sedang	Sedang
9	Rendah	Rendah	Sangat Tinggi	Sedang	Rendah
10	Rendah	Rendah	Sangat Tinggi	Sedang	Sedang

Berdasarkan penilaian tersebut yang harus diwaspadai yaitu logam berat Cd. Logam ini merupakan bahan pembantu seperti industri pelapisan logam, PVC/plastik, dan baterai/aki. Cd juga dapat berasal dari pupuk fosfat, endapan sampah, limbah dari penggunaan batu bara dan minyak [16]. Cd termasuk dalam logam berat berbahaya berdasarkan PP Nomor 85 tahun 1999 tentang pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun. Cd dapat membahayakan kesehatan manusia. Penyakit yang paling terkenal akibat keracunan Cd ini adalah *itai-itai disease* di sepanjang Sungai Jinzu, Jepang. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, Cd di perairan untuk kelas I peruntukan air baku air minum tidak boleh melebihi 0,01 mg/L. Sumber logam berat di Sungai Segah diprediksi berasal dari kegiatan pertambangan yang berada di DAS tersebut [18].

Kabupaten Berau memiliki beragam formasi geologi yang mengandung berbagai macam jenis mineral dan batubara yang terkandung di dalamnya. Berdasarkan peta geologi regional lembar Tanjung Redeb 1918, lembar Muara Lasan 1917, lembar Longbia 1818, lembar Muarawahau 1817 dan lembar Talisayan 1916 [19]. Kabupaten Berau terdiri dari 26 formasi batuan dan alluvium berumur Kuartar. Dari 26 formasi batuan tersebut terdiri atas 21 formasi batuan sedimen tersier, 2 diantaranya berupa batuan gunung api yaitu batuan gunung api muda terdiri dari lava andesit-basalt, aglomerat, breksi gunung api dan tufa serta batuan gunung api Jelai terdiri dari breksi gunungapi, batupasir tufaan dan tufa yang setempat disisipi oleh lapisan batubara, batuan ini diterobos oleh retas-retas andesit, 1 (satu) sumbat retas berupa granit, 1 batuan granit dan 1 batuan ofiolit yang terdiri dari peridotit, serpentinit, hazsburgit, wherlit, piroksen, gabro dan basal [19]. Komoditas-komoditas yang berpotensi terdapat pada formasi-formasi tersebut yang ada di Kabupaten Berau sebagaimana ditampilkan pada Tabel 5. Limbah dari penambangan batubara diprediksi mengalir ke Sungai segah dan berakumulasi di sedimen sengai tersebut sehingga meningkatkan konsentrasi logam berat Cd.

Tabel 5. Sebaran Potensi Bahan Tambang di Kabupaten Berau [20]

No	Golongan Komoditas (berdasarkan PP 23/2010)	Jenis Komoditas	Sebaran (Kecamatan)
1	Mineral Logam	Emas, Galena, Seng	Kelay, Segah, Tabalar
2	Mineral Bukan Logam	Pasir kuarsa, dolomite, kalsit, batugamping untuk semen dan clay	Gunung Tabur, Pulau Derawan dan Segah
3	Batuan	Granit, granodiorit, andesit, tanah urug, kristal kuarsa, kerikil sungai, batu kali, sirtu, tanah urukan setempat, batugamping, pasir laut	Kelay, Segah (granit dan granodiorit, kristal kuarsa)
4	Batubara	Batubara	Gunung Tabur, Segah, Teluk Bayur, Sambaliung, Tanjung Redeb, Kelay

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa konsentrasi lima logam berat yaitu Cr, Cu, Cd, Pb, dan Zn yang terkandung di Sungai Segah masih memenuhi baku mutu berdasarkan ANZECC [17]. Berdasarkan penilaian kualitas sedimen Sungai Segah dengan menggunakan metode Cf dinyatakan bahwa sedimen telah tercemar oleh logam berat terutama Cd dengan katagori tercemar sangat berat. Sumber logam berat Cd dan logam berat lainnya diprediksi berasal dari aktivitas pertambangan di DAS Segah. Diperlukan upaya pengendalian pencemaran dari sumbernya supaya pencemaran sedimen di sungai ini tidak menimbulkan dampak lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Taweel, A., Shuhaimi Othman, M., dan Ahmad, A.K., 2013, Assessment of Heavy Metals in Tilapia Fish (*Oreochromis niloticus*) from The Langat River and Engineering Lake in Bangi, Malaysia, and Evaluation of the Health Risk from Tilapia Consumption. *Ecotoxicol. Environ. Saf* 93, 45-51.
- [2] Luoma, S.N. dan Rainbow, P.S, 2008. *Metal Contamination in Aquatic Environment: Science and Lateral Management*, Cambridge, New York, 573 pp.
- [3] Wei, B., dan Yang, L., A Review of Heavy Metal Contaminations in urban Soils, Urban Road Dust Sand Agricultural Soils from China. *Microchem. J.* 94, 99-107.
- [4] Sharma, R.K., Agrawal, M., Marshall, F., Heavy Metal Contamination of Soil and Vegetables in Sub Urban Areas of Varanasi, India. *Ecotoxicol. Environ Saf* .66, 258-266.
- [5] Rahman, M.S., Molla, A.H., Arafat, S.M.Y., 2010, Status of Pollution Around Dhaka Export Processing Zone and Its Impaction Bangshi River water, Bangladesh. *J. Nat. Sci. Sustain. Technol* 4, 91-110.
- [6] Solaraj, G., Dhanakumar, S., Murthy, K.R., dan Mohanraj, R., Water Quality in Select Regions of Cauvery Delta River Basin, Southern India, with Emphasis on Monsoonal Variation. *Environ. Monit. Assess.* 166, 435-444.
- [7] Sankar, T.V., Zynudheen, A.A., Anandan, P.G., dan Viswanathan, N.P.G., 2006. Distribution of Organo Chlorine Pesticides and Heavy Metal Residues in Fish and Shell Fish from Calicut Region, Kerala, India. *Chemosphere* 65, 583-590.
- [8] Fu, J., Hu, X., Tao, X., Yu, H., dan Zhang, X., 2013. Risk and Toxicity Assessments of Heavy Metals in Sediments and Fishes from the Yangtze River and Taihu Lake, China. *Chemosphere* 93, page 1887-1895.
- [9] Leung, H.M., Leung, A.O.W., Wang, H.S., Ma, K.K., Liang, Y., Ho, K.C., Cheung, K.C., Tohidi, F., dan Yung, K.K.L., 2014. Assessment of Heavy Metals/Metalloid (As, Pb, Cd, Ni, Zn, Cr, Cu, Mn) Concentrations in Edible Fish Species Tissue in the Pearl River Delta (PRD), China. *Mar. Pollut. Bull.* 78, 235-245.
- [10] Wang Zhaoming., Sun Ranhao., Zhang Haiping., dan Chen Liding. 2015. Analysis and Assessment of Heavy Metal Contamination in Surface Water and Sediment: A Case Study from Luan River, Northern China. *Front Environ. Sci. Eng.* 9(2): 240-249.
- [11] Sayadi M.H., Rezaei M.R., dan Rezaei A. 2015 Sediment Toxicity and Ecological Risk of Trace Metals from Streams Surrounding a Municipal Solid Waste Landfill. *Bull Environ Contam Toxicol.*
- [12] Santolin Camilia V.A., Ciminelli S.T Virginia., Nascentes C. Clesia., dan Windmoller C Claudia. 2015. Distribution and Environmental Impact Evaluation of Metals in Sediment from the Doce River Basin, Brazil. *Environ Earth Sci.*
- [13] Liu Ying., Peng Yuke., Yue Dongmei., Yin Qian., dan Xiao Lin. 2015. Assessment of Heavy Metal Enrichment, Bioavailability, and Controlling Factor in Sedimen in Taihu Lake, China. *Soil and Sediment Contamination*, 24:262-275.
- [14] Bo Bian., Hai Suo Wu., dan Ling Jun Zhou; 2015. Contamination and Risk Assessment of Heavy Metals in Soils Irrigated With Biogas Slurry: A Case Study of Taihu Basin; *Environmental Monitoring Assessment* 187:155.
- [15] Hakanson L., 1980. Ecological Risk Index for Aquatic Pollution Control. A Sedimentological Approach. *Water Res*, 14:(5) 975-1001

- [16] Darmono, 1995. Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup: Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- [17] Anonim., 2000. ANZECC Interm Sediment Quality Guigelines Report for the Environmental Research Institute of the Supervising Scientist Sydney, Australia: ANZECC ISQG-Low. Australian and New Zealand Environmental and Concervation Council, Australia
- [18] Anonim, 2001, Peraturan Pemerintah No 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, Jakarta
- [19] Anonim., 1995 Peta Geologi Lembar Muarawahau 1817 dan lembar Talisayan 1916. Pusat Penelitian Geologi (P3G) Bandung, 1995
- [20] Anonim., Laporan pertambangan Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Berau.,2016