

Analisis Karakteristik Sedimen dan Konsentrasi Logam Berat Pada Substrat Bekas Penambangan Bauksit di Pulau Bintan

Harun Hidayah

Jurusan Ilmu Kelautan, FIKP UMRAH, hidayah.harun07@gmail.com

Risandi Dwirama Putra S.T., M.Eng.

Jurusan Ilmu Kelautan, FIKP, UMRAH, risandiutmme@gmail.com

Tri Apriadi, S.Pi., M.Si.

Jurusan Ilmu Kelautan, FIKP, UMRAH, apriadi.2011@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik sedimen dan konsentrasi logam berat pada substrat bekas penambangan bauksit di Pulau Bintan. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Januari 2017. Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada kawasan Senggarang, Dompok, dan Kijang Pulau Bintan. Penentuan lokasi penelitian dilakukan dengan teknik *Purposive sampling* dengan 3 stasiun dan memiliki 2 titik tiap stasiun yang merupakan daerah pertambangan (1) dan pesisir (2) dari pertambangan bauksit untuk setiap kedalaman (30 cm, 60 cm, dan 100 cm). Hasil dari fraksi sedimen pada pertambangan menunjukkan bahwa ada perbedaan kondisi di setiap stasiun untuk daerah Senggarang didapati tekstur sedimen berkisar antara 0,07-1,08 cm, Dompok berkisar antara 0,08-1,12, sedangkan Kijang berkisar antara -0,05-0,25. Konsentrasi mineral makro Aluminium (Al) diketahui pada setiap stasiun sama, yaitu dengan kisaran 0,005 mg/L, Nikel (Ni) untuk nilai tertinggi adalah di kawasan Senggarang daerah pertambangan dengan rata-rata 14,11 mg/L, dan yang terendah di kawasan Dompok daerah pertambangan dengan rata-rata 2,58 mg/L, untuk mineral Tembaga (Cu) nilai tertinggi dari setiap stasiun yaitu di kawasan Senggarang 1 dengan rata-rata 18,31 mg/L, dan yang paling rendah terdapat pada kawasan Dompok daerah penambangan dengan rata-rata 4,12 mg/L. Dari hasil analisis karakteristik sedimen dan konsentrasi mineral makro yang terdapat di kawasan Senggarang, Dompok, dan Kijang memberikan gambaran karakteristik sedimen dan konsentrasi mineral makro dari 3 stasiun 2 titik sampling lebih banyak didominasi oleh pasir berkerikil dan untuk kandungan mineral makro Aluminium (Al), masih dibawah ambang batas, sedangkan Nikel (Ni) dan Tembaga (Cu) sudah di atas ambang batas.

Kata kunci : *Karakteristik Sedimen, Mineral Makro Konsentrat*

ABSTRACT

This study was conducted to determine the characteristics of sediment and concentration from heavy metals in substrate former bauxite mining on Bintan Island. This study was conducted from April to June 2016. Sampling was conducted on a regional sedimentary bauxite Senggarang, Dompok, and Kijang Bintan Island. Location research selected using purposive sampling technique with 3 stations which 2 points sampling samples each station that were mining areas (as source) and coastal (as result) from bauxite mining to any level depth of sediments (30 cm, 60 cm, and 100 cm). Results of soil texture mining, shows that there was different conditions in each station, the area Senggarang station has average texture (Mz) sediments ranged from 0.07 to 1.08, Dompok station has average texture (Mz) ranged from 0.08 to 1.12, and Kijang station has average texture (Mz) ranged from -0.05 -0.25. the concentration of macro minerals Aluminium (Al) each station Senggarang, Dompok, and Kijang have similar value of concentration that average range of <0,005 mg/L. The concentration of macro minerals Nickel (Ni) for the highest value was in the region Senggarang on mining areas with an average of 14,11 mg/L, and the lowest area of Dompok station on mining areas with an average of 2,58 mg/L, for the macro minerals Copper (Cu) highest value of each station is in the area of Senggarang station on mining area with an average of 18,31 mg/L, and the Dompok lowest on coastal areas with an average of 4,12 mg/L From the analysis of the characteristics of the sediment, and the concentration of macro minerals, which are found in the Senggarang, Dompok, and Kijang, describe the characteristics of the sediment, and the concentration of heavy metals, from 3 stations 2 sampling points, more dominated by sand pebbled and for macro mineral contents Aluminum (Al), still below the threshold, whereas Nickel (Ni) and copper (Cu) is already above the threshold.

Keywords: Characteristics of Sediment, Concentration of Macro Minerals

PENDAHULUAN

Pulau Bintan terletak antara 0°6'17" dan 1°34'52" Lintang Utara dan antara 104°12'47" dan 108°2'27" Bujur Timur. Pulau Bintan memiliki luas wilayah total 88.038,54 km², dengan luas daratan 18,37% dan luas lautan 92%. Wilayah daratan terdiri dari pulau besar dan kecil yang jumlahnya sebanyak 2002 buah (BPS Kabupaten Bintan, 2014). Pada saat ini di Pulau Bintan terdapat sekitar 989,1 Ha areal tambang bauksit dengan kapasitas produksi sekitar 1.237.006 ton/tahun (2001) dan 1.283.485 ton/tahun (2002) (Anonim, 2003 dalam Sembiring, 2008).

Tambang bauksit di Pulau Bintan beroperasi resmi dan dikelola oleh pemerintah sejak diberlakukannya otonomi daerah. Hal ini dimanfaatkan oleh pemerintah guna berusaha mencari sumber-sumber pendapatan asli daerah. Salah satu kendala yang dihadapi dengan adanya pertambangan ini adalah kerusakan lingkungan. Dampak pertambangan bauksit telah mencemari air laut sehingga pendapatan yang diperoleh para nelayan tidak seperti waktu sebelum adanya pertambangan (Nurdila, 2013). Selain itu sifat negatif lahan bekas tambang diduga mengandung zat-zat polutan yang berbahaya bagi kesehatan manusia.

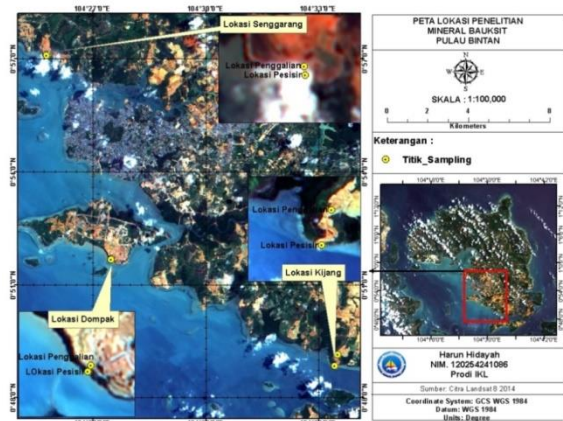
Tidak semua penambangan bauksit menimbulkan kerusakan lingkungan yang signifikan, asalkan unsur-unsur hara yang terkandung di dalam lapisan tanah masih memiliki konsentrasi berupa mineral makro yang cukup, misalnya aluminium (Al), Nikel (Ni), dan Tembaga (Cu).

Adapun tujuan penelitian untuk mengetahui kondisi fisik substrat per kedalaman permukaan tanah bekas penambangan bauksit. Mendapatkan informasi mengenai konsentrasi unsur hara berupa Aluminium (Al), Nikel (Ni), dan

Tembaga (Cu) pada daerah bekas tambang bauksit.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada Mei-Desember 2016. Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada bekas tambang bauksit Pulau Bintan Provinsi Kepulauan Riau. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1. Analisis sampel sedimen dilakukan di laboratorium Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan UMRAH. Analisis makro mineral dilakukan di Laboratorium Badan Teknologi Kebersihan Lingkungan Batam.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel penelitian terbagi menjadi 3 stasiun yaitu Stasiun 1 (Senggarang), Stasiun 2 (Dompok) dan Stasiun 3 (Kijang) dimana setiap stasiun terdiri dari 2 titik, yaitu bekas penggalian bauksit dan daerah pesisir.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah

No	Alat atau Instrumen	Kegunaan
1	GPS	Penentuan titik stasiun
2	Sedimen core sampler	Untuk mengambil sampel substrat
3	Tabung Ukur 1000 mL	bekas tambang bauksit
4	Oven Pengering	Menganalisis lumpur
5		Untuk
6	Timbangan Analitik Spektrofotometer	Mengeringkan Sampel Penelitian
7		Menimbang berat sampel
8	Alat tulis dan kamera	Untuk mengukur kandungan sampel
7	Saringan bertingkat	Untuk mencatat dan dokumentasi
8	Erlenmeyer	Untuk Pemilahan Ukuran Butir Sedimen
9	Waterbath	Wadah sampel sedimen cair
	Botol Corning	Pemanas sampel Wadah Supernata sedimen

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

No	Bahan	Kegunaan
1	Sampel	Untuk mengetahui mineral yang terkandung dalam tanah bekas tambang bauksit
2	Aquades	Kalibrasi
3	Kantong sampel	Untuk menyimpan sampel
4	HCl pekat (75 mL) dan HNO ₃ pekat (25 mL).	Untuk melarutkan sedimen

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei mengumpulkan data primer dan sekunder yang berkaitan dengan masalah yang akan dibahas. Data primer diperoleh melalui pengamatan, pengukuran, penyelidikan dan pengujian sampel di laboratorium. Data sekunder diperoleh melalui buku, jurnal-jurnal dan skripsi.

Penentuan lokasi penelitian menggunakan metode *Purposive sampling*.

Terdapat 3 stasiun yang mewakili bekas penambangan bauksit di Pulau Bintan yaitu Senggarang (SGR), Dompok (DMP), dan Kijang (KJG). Setiap stasiun memiliki 2 titik yaitu pada daerah penggalian (1) dan pesisir pantai (2). Substrat diambil pada kedalaman 1-30 cm (A/atas), 30-60 cm (T/tengah), dan 60-100 cm (B/bawah). Titik pengambilan sampel dilakukan pada cekungan atau tempat galian bekas penambangan bauksit dan di daerah penumpukan sedimen di kawasan pesisir.

1. Pengambilan Sampel Substrat Bauksit

Sampel bauksit diambil dari lokasi penambangan bauksit di Daerah Pulau Bintan Provinsi Kepulauan Riau. Sampel diambil langsung pada 3 stasiun. Setiap stasiun terdiri dari 2 titik pengamatan menggunakan alat Core Sampler di lokasi cekungan bekas penambangan bauksit dan pada daerah pesisir. Sampel kemudian dibawa ke laboratorium untuk dianalisis. Langkah-langkah dalam pengambilan sampel di lapangan sebagai berikut :

- Siapkan sedimen core sampler terlebih dahulu.
- Tentukan lokasi atau titik sampling pada peta dasar.
- Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada kedalaman 1 meter.
- Sebelum pipa stainless ditarik, tekan terlebih dahulu, kerok sedimen yang ada di pinggir tabung modifikasi.
- Setelah sedimen diangkat keatas kemudian masukan alat pendorong dari atas, dan dorong sedimen agar keluar sepanjang 1 meter.
- Kemudian bagi sampel menjadi 3 bagian berdasarkan ukuran kedalaman 1-30, 31-60 dan 61-100 cm.
- Masukkan tiap-tiap sampel sedimen ke dalam kantong sampel dan diberi label.
- Sampel disimpan ke dalam *icebox* agar aman dari kerusakan.

- i. Proses pengambilan sampel selesai dan siap dibawa ke laboratorium untuk dianalisis sesuai dari tujuan penelitian.

- + 0,1 s.d - 0,1 = *near symmetrical*
 + 0,1s.d - 0,3 = *coarse skewed*
 > - 0,3 = *very coarse skewed*

2. Analisis Data Sampel

Gambaran lingkungan pengendapan dapat diperoleh dengan cara menghitung parameter statistika sedimen. Ukuran butir (tekstur) sedimen dianalisis dan ditentukan kelas masing-masing sub-populasi sedimen berdasarkan skala Wenworth (Rifardi, 2008). Hasil dari metode pengayakan dan metode pipet digabungkan, sehingga dapat dihitung dengan cara menentukan persentase masing-masing kelas ukuran (fraksi) sedimen. Persentase ukuran sedimen tersebut diplotkan dalam “kertas grafik probabilitas“, dengan menggunakan metode grafik didapatkan parameter statistika sedimen sebagai berikut :

- a. Diameter rata-rata (Mz)

$$\text{Mean Size} = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$$

Klasifikasi :

- Ø1 = *coarse sand* (pasir kasar)
 Ø2 = *medium sand* (pasir menengah)
 Ø3 = *fine sand* (pasir halus)
 Ø4 = *very fine sand* (pasir sangat halus)
 Ø5 = *coarse silt* (lumpur kasar)
 Ø6 = *medium silt* (lumpur menengah)
 Ø7 = *fine silt* (lumpur halus)
 Ø8 = *very fine silt* (lumpur sangat halus)
 >Ø8 = *clay* (liat)

- b. *Skweness* (SK 1)

$$Sk_1 = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} + 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_{5} + \phi_{95} + 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_{5})}$$

Klasifikasi :

- + 1,0 s.d +0,3 = *very fine skewed*
 + 0,3 s.d + 0,1 = *fine skewed*

- c. *Sorting Koefisien*

$$\delta_1 = \frac{\phi_{84} + \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} + \phi_{5}}{6,6}$$

Klasifikasi :

- <0,25Ø = *Very well sorted* (terpilah sangat baik)
 0,35 – 0,50Ø = *well sorted* (terpilah baik)
 0,50 – 0,71Ø = *moderately well sorted* (terpilah sangat sedang)
 0,71 – 1,0Ø = *moderately sorted* (terpilah sedang)
 1,0 – 2,0Ø = *poorly sorted* (terpilah buruk)
 >2,0Ø = *very poorly sorted* (terpilah sangat buruk)

- d. *Kurtosis* (KG)

$$K_G = \frac{\phi_{95} + \phi_{5}}{2,44 (\phi_{75} + \phi_{25})}$$

Klasifikasi :

- <0,67 = Puncak sangat tumpul (*Very Platycartic*)
 0,67 – 0,90 = Puncak tumpul (*Platycartic*)
 0,90 – 1,11 = Puncak cukup Puncak runcing (*Leptokurtik*)
 1,11 – 1,50 = Puncak sangat runcing (*Mesokurtic*)
 1,50 – 3,00 = Puncak sangat runcing sekali (*Very Mesokurtic*)
 >3,00 = puncak ekstrim (*Very Leptokurtik*)

3. Analisis Sampel Mineral Makro Konsentrat di Laboratorium

Metode uji parameter kimia perairan mengacu pada SNI seperti yang disajikan pada Tabel 9. Baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Lampiran II Nomor. 34 Tahun 2009 Tanggal 05 Oktober 2009 mengenai

Persyaratan Kualitas Air Limbah Bagi Kegiatan Pencucian Biji Bauksit.

berikut metode uji parameter dan baku mutu yang digunakan dalam penelitian

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu
1	Aluminium	mg/L	0,2
2	Nikel	mg/L	0,2
3	Tembaga	mg/L	2

4. Prosedur Analisis Mineral Makro dalam Sedimen

Analisis mineral logam dalam sedimen menggunakan prosedur Bendell-Young *et al.*, (1992) dalam Thomas dan Bendell-Young (1998). Nilai konsentrasi hasil destruksi menggunakan *aqua regia* sebagai nilai yang mendekati konsentrasi mineral logam total dalam sedimen. Prosedur analisis mineral makro dalam sedimen adalah sebagai berikut.

1. Masukkan 5 gr sedimen ke dalam Erlenmeyer
2. Tambahkan 20 mL *aqua regia* (3:1 campuran HCl pekat (75 mL) : HNO₃ pekat (25 mL)).
3. Panaskan di *Waterbath* 85⁰C selama 8 jam
4. Dinginkan, pindahkan ke botol corning, dan tepatkan 25 mL dengan aquadest
5. Kocok, biarkan 24 jam
6. Centrifuge pada 250 RPM dan ambil supernatannya

Kemudian diukur di laboratorium kemudian diukur menggunakan AAS

5. Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mengetahui hubungan perbandingan kedalaman substrat terhadap kondisi fisik, komposisi jenis substrat, serta konsentrasi mineral makro yang terkandung didalam

substrat. Sampel lapisan sedimen yang dianalisis bertujuan untuk mendapatkan data ukuran butir sedimen. Hasil analisis ukuran sedimen dan mineral makro yang telah diuji di laboratorium ini digunakan untuk

mengetahui hubungan jenis mineral makro pada substrat (Spekromenturan) SNI 6989:2009 (SNI 6989:2009) pada substrat bekas penambangan bauksit berdasarkan skala Wenner (Rifardi, 2008)

Selain itu, ukuran butir sedimen yang dihasilkan juga digunakan untuk menentukan jenis sedimen di daerah penelitian berdasarkan Segitiga Sheppard (Rifardi, 2008). Data sekunder yang telah diperoleh akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, kemudian data-data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif sehingga data dapat memberikan gambaran tentang karakteristik dan konsentrasi mineral makro pada lapisan sedimen di lokasi penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tekstur Lapisan Sedimen Bekas Penambangan

Tekstur sedimen menunjukkan persentase fraksi sedimen yang dikelompokkan menjadi tiga tekstur sedimen (tekstur kerikil, tekstur pasir, tekstur lumpur). Tekstur sedimen dapat menggambarkan jenis fraksi sedimen pada tanah bauksit. Fraksi sedimen dibedakan atas tiga kelompok (kerikil, pasir, serta lumpur). Hasil analisis tekstur sedimen bekas penambangan bauksit untuk setiap titik pengamatan secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tekstur Sedimen

Koordinat	Lokasi	Kedalaman	Jenis
N 00. 951 700E 104. 429 710	SGR 1	1-30cm A	Pasir Berkerikil
		30-60 cm T	Pasir Berkerikil
		60 – 100 cm B	Pasir Berkerikil
N 00. 951 200 E 104. 429 750	SGR 2	1-30 cm A	Kerikil Berpasir
		30-60cm T	Pasir Berkerikil
		60 – 100cm B	Pasir Berkerikil
N 00. 861 550E 104. 458 62 0	DM P 1	1-30cm A	Pasir Berkerikil
		30-60cm T	Pasir Berkerikil
		60 – 100cm B	Sedikit Pasir Berkerikil
N 00. 860710 E 104. 458 00 0	DM P 2	1-30 cm A	Pasir Berkerikil
		30-60cm T	Pasir Berkerikil
		60 – 100cm B	Pasir Berkerikil
N 00. 819 010 E 104. 558 660	KJG 1	1-30 cm A	Kerikil Berpasir
		30-60cm T	Pasir Berkerikil
		60 – 100cm B	Kerikil Berpasir
N 00. 814 020 E 104. 557 31 0	KJG 2	1-30 cm A	Kerikil Berpasir
		30-60 cm T	Kerikil Berpasir
		60 – 100 cm B	Kerikil Berpasir

Sumber : data primer

Dari hasil analisis tekstur sedimen berdasarkan kedalaman diketahui bahwa jenis sedimen setiap lapisan di Senggrang dan Dompok lebih didominasi oleh fraksi pasir berkerikil (*Gravelly sand*), sedangkan Kijang didominasi oleh fraksi kerikil berpasir (*Sandy Gravel*). Titik pengamatan yang berada di daerah penggalian bauksit pada semua lokasi menunjukkan tekstur yang seragam, yaitu pasir berkerikil. Banyaknya tekstur pasir berkerikil diduga karena pada titik 1 di setiap stasiun adalah daerah olahan bekas pencucian bauksit, sedangkan pada titik 2 di setiap stasiun

terletak pada tempat penumpukan sedimen bauksit di daerah pesisir pantai. *Tailing* bauksit didominasi oleh pasir dan sedikit kerikil. Bagian atas permukaan tanah didominasi pasir. Rendahnya kandungan kerikil pada *tailing* bauksit disebabkan adanya pencucian *topsoil* yang mengandung bauksit dengan air sehingga tanah dan kerikil terbawa bersama air (Sembiring, 2008).

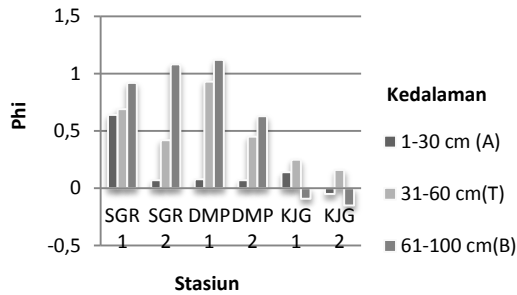
2. Parameter Statistika Lapisan Sedimen

Hasil analisis di laboratorium digunakan untuk menentukan nilai persen kumulatif, kemudian hasilnya diplotkan ke dalam grafik probabilitas dengan mencari nilai $\emptyset 5$, $\emptyset 16$, $\emptyset 25$, $\emptyset 50$, $\emptyset 75$, $\emptyset 84$ dan $\emptyset 95$. Setelah itu masing-masing nilai dimasukkan ke dalam rumus M_z , S_o , SKW , dan K_g .

a. Mean Size (M_z)

Mean Size (diameter rata-rata) dapat dianggap sebagai pusat matematis dari sekumpulan data. Diameter rata-rata digunakan untuk menggambarkan perbedaan jenis sedimen, ketahanannya terhadap *abrasi*, *erosi* dan *weathering* (pelapukan), serta proses *transportasi* dan pengendapannya. Nilai ini juga digunakan untuk mengkalsifikasikan kelas ukuran butir yang mengacu pada Skala Wenworth (Rifardi, 2008).

Mean atau rata-rata dapat dihitung dengan berbagai pendekatan. Hasil perhitungan Mean Size pada Gambar 1.



Gambar 1. Diameter Rata-rata (Mz)

Berdasarkan grafik diameter sedimen pada Gambar 1, diketahui bahwa untuk daerah penggalian dan pesisir di Senggarang dan Dompok diperoleh pola yaitu semakin dalam substrat maka diameter sedimen akan semakin besar. Akan tetapi hal ini tidak dijumpai di Kijang, diameter sedimen pada daerah ini diperoleh pola yaitu pada kedalaman (1-30 cm) berdiameter besar.

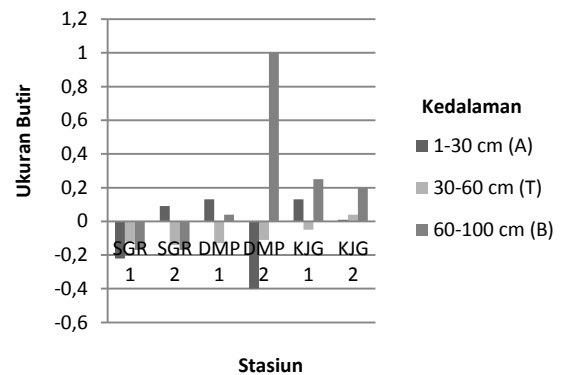
Berdasarkan *mean size*, diperoleh hasil bahwa kategori butiran sedimen di seluruh stasiun yaitu didominasi oleh butiran sedimen *coarse sand* atau disebut pasir kasar. Daerah tersebut merupakan areal bekas penambangan bauksit dan pencucian bauksit. Proses erosi karena aliran curah hujan sehingga partikelnya terbawa oleh aliran air ke titik terendah menyisakan pasir kasar.

Menurut Sembiring (2008), rendahnya kandungan pasir pada *tailing* bauksit disebabkan adanya pencucian *topsoil* yang mengandung bauksit dengan air sehingga tanah dan pasir terbawa bersama air. Pada SGR dan DMP titik 2 terletak di pesisir pantai yg dipenuhi mangrove, sedangkan pada stasiun KJG titik 2 letaknya pada daerah pesisir yg berhadapan langsung dengan selat. Perbedaan letak stasiun sampling juga mempengaruhi adanya kecenderungan perubahan fraksi berukuran kasar dan halus oleh perbedaan musim mengindikasikan berbedanya kekuatan arus sungai (Rifardi, 2012).

b. Skweness (SK)

Skweness mencirikan arah dominan ukuran butir dari suatu populasi tersebut: mungkin simetri, condong ke arah sedimen berbutir kasar, atau condong ke arah berbutir halus. Sehingga *skweness* dapat digunakan untuk mengetahui dinamika sedimentasi. Nilai *skweness* positif menunjukkan suatu populasi sedimen condong berbutir halus, sebaliknya *skweness* negatif menunjukkan populasi sedimen condong berbutir kasar (Supriadi, 2015).

Dari hasil yang dianalisis tekstur sedimen pada daerah bekas penambangan bauksit diketahui karakteristik partikel sedimen pada seluruh titik sampling di setiap stasiun menggambarkan butiran sedimen didominasi oleh klasifikasi negatif. Secara keseluruhan hasil analisis nilai skewness bisa dilihat pada dan Gambar 2.



Gambar 2. Nilai Skweness

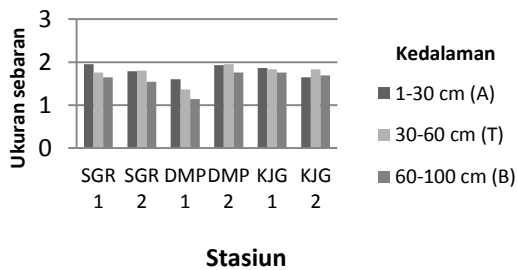
Berdasarkan grafik diameter sedimen pada Gambar 2, diketahui bahwa untuk daerah penggalian (titik 1) dan pesisir (titik 2) di Senggarang, Dompok, dan Kijang diperoleh pola tidak stabil. Pada SGR 1 kedalaman 1-30 cm sampai 100 cm bernilai negatif pada titik 2 kedalaman 1-30 cm simetri atau menceng ke arah negatif. Akan tetapi pada DMP 2 diperoleh pola yaitu pada kedalaman 60-100 cm bernilai positif lebih

tinggi sedangkan pada titik 1 bernilai negatif lebih besar,

Dengan demikian pada penilaian *Skweness* menunjukkan setiap stasiun dan kedalaman memiliki sedimen lebih kasar dilihat dari nilai *Skweness* yang dominan bernilai negatif. Hal ini diduga karena kekuatan aliran curah hujan dan arus di lokasi tersebut tidak stabil. Pada waktu tertentu mengalami kuat arus dan aliran curah hujan dan pada masa yang lain mengalami aliran arus yang lemah. Ukuran butir partikel sedimen adalah salah satu faktor yang mengontrol proses pengendapan sedimen di perairan. Semakin kecil ukuran butir semakin lama partikel tersebut dalam kolam air dan semakin jauh diendapkan dari sumbernya, begitu juga sebaliknya (Rifardi, 2012).

c. *Sorting* (SO)

Sorting adalah pemilihan tingkat keseragaman butiran partikel sedimen dan rentang penyebaran ukuran partikelnya. Sedimen dengan *well-sorted* menunjukkan penyebaran ukuran yang sempit, dan sedimen dengan *poorly-sorted* menunjukkan penyebaran ukuran yang lebar. Sedimen dengan *well-sorted* cenderung makin seragam, sedangkan sedimen dengan *poorly-sorted* cenderung makin tidak seragam (Folk & Ward, 1957 dalam Junaidi dan Wigati, 2011). Secara keseluruhan hasil analisis *sorting* dapat dilihat pada dan Gambar 3.



Gambar 3. Nilai *Sorting* (SO)

Berdasarkan Gambar 3, diketahui bahwa nilai *sorting* dominan dideskripsikan dengan *Poorly sorted* yaitu terpilah buruk, berdasarkan dari hasil pengayakan dapat diketahui bahwa berat ukuran sedimen yang kasar lebih dominan dengan jenis sedimen halus dengan perbedaan berat yang cukup jauh rentangnya. Inilah yang mencirikan bahwa sedimen halus tidak dominan pada perairan Senggarang dan Dompok sedangkan Kijang lebih didominasi dengan jenis pasir kasar (*coarse sand*).

Menurut Daulay (2014), *sorting* adalah metode pemilahan keseragaman distribusi ukuran butir yakni peyortirannya. Penyortiran dapat menunjukkan batas ukuran butir, tipe pengendapan, karakteristik pola arus dan aliran hujan pada pengendapan, serta lamanya waktu pengendapan dari suatu populasi sedimen. Perbedaan curah hujan tiap waktu juga akan mempengaruhi jumlah sedimen terakumulasi sebab adanya aliran air yang deras dari daratan akan menyebabkan erosi dan membawa sedimen-sedimen tersebut tersuspensi ke perairan.

Secara umum ada 2 kelompok *sorting* yang utama yaitu *Well sorted sediment* (terpilah baik) dan *Poorly sorted sediment* (terpilah buruk). Terpilah baik yaitu suatu lingkungan pengendapan sedimen yang disusun oleh besar butir relatif sama, mengidentifikasi tingkat kestabilan aliran arus dan curah hujan pada substrat ke perairan tersebut cukup stabil. Sebaliknya jika *Poorly sorted sediment* (terpilah buruk), maka kekuatan aliran arus dan curah hujan pada substrat ke perairan tersebut tidak stabil, artinya pada kondisi waktu tertentu terjadi aliran arus dan curah hujan dengan kekuatan yang besar dan berubah dalam kondisi lain melemah kembali. Dengan demikian didapatkan bahwa kondisi arus dan aliran curah hujan pada substrat di perairan Senggarang tergolong kurang stabil sehingga dominan

dengan klasifikasi *Poorly sorted sediment*. Menurut Soesanto (2016), kecepatan arus di daerah senggarang pada saat pasang rata-rata 1,91 (m/det) dan saat surut rata-rata 2,08 (m/det).

Menurut Mason (1981) dalam Tandiseru (2015), berdasarkan kecepatan arus perairan dapat dikelompokkan menjadi berarus sangat cepat (> 1 m/s), cepat (0,5-1 m/s), sedang (0,25-0,5 m/s), lambat (0,01-0,25 m/s) dan sangat lambat ($< 0,01$ m/s).

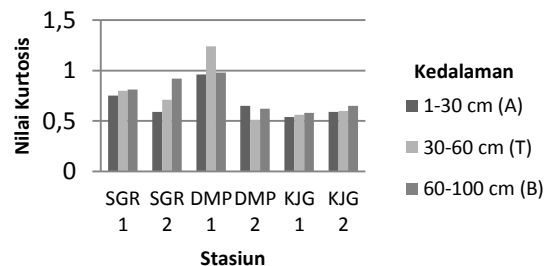
Kecepatan arus pada saat surut lebih cepat dibandingkan saat pasang selain faktor tersebut, hal yang sangat berperan dalam pengendapan sedimen adalah arus dan bentuk dasar dari perairan tersebut. Arus yang deras akan mengendapkan butiran sedimen yang kasar dan arus yang lemah akan mengendapkan sedimen berbutir halus. Sedangkan bentuk dasar perairan akan berpengaruh terhadap letak sedimen. Berdasarkan dari penjelasan tersebut, maka kondisi sedimen perairan Senggarang, Dompok, dan Kijang tergolong kurang stabil yang mencirikan terjadinya dinamika energi yang dihasilkan oleh alam yaitu pola arus dan aliran curah hujan yang tidak stabil.

Jika kondisi aliran arus dan curah hujan pada substrat stabil, maka sedimen yang berukuran halus akan terbawa oleh aliran arus dan curah hujan dari daratan dan bermuara pada suatu titik terendah sesuai dengan arah aliran arus dan curah hujan, sehingga sedimen yang lebih kasar ukurannya akan tertinggal menyebabkan kelas ukuran sedimennya seragam. Namun sebaliknya jika kondisi aliran arus dan curah hujan sedikit, maka ada sebagian ukuran sedimen halus yang terbawa, dan sebagian lainnya akan tertinggal sehingga menyebabkan perbedaan kelas ukuran butiran sedimen yang mencolok, cenderung dominan pada sedimen kasar.

d. Kurtosis (KG)

Nilai *Kurtosis* dipengaruhi oleh karakteristik gelombang, arus dan curah hujan sehingga nilai ini sering digunakan oleh sedimentologis untuk menggambarkan kekuatan gelombang, arus dan curah hujan yang berperan dalam proses pengendapan. Rifardi (2008) mengatakan bahwa nilai *Kurtosis* ditentukan dengan pengukuran puncak dari kurva dan berhubungan dengan penyebaran distribusi normal. Bila kurva distribusi normal tidak terlalu runcing atau tidak terlalu datar disebut *mesokurtic*.

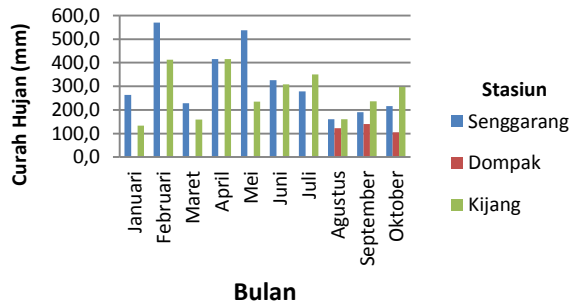
Kurva yang runcing disebut *leptokurtic*, menandakan adanya ukuran sedimen tertentu yang mendominasi pada distribusi sedimen di daerah tersebut. Sedangkan untuk kurva yang datar disebut *platikurtic*, artinya distribusi ukuran sedimen pada daerah tersebut sama, *Kurtosis* dapat dilihat secara lengkap pada dan Gambar 4.



Gambar 4. Nilai Kurtosis (KG)

Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa nilai *Kurtosis* terkategori *Very Platikurtic*, *Platikurtic*, *Mesokurtic*. Melihat dari nilai *Kurtosis* yang dominan pada kelas jenis puncak sangat tumpul (*very platikurtic*) dengan demikian distribusi ukuran sedimen pada setiap stasiun dan titik sampling yang diambil cenderung sama, jika dilihat dari diameter rata-rata sedimen yang diperoleh yaitu berjenis *Coarse sand* (pasir kasar).

Berikut data curah hujan pada stasiun Senggarang Dompok dan Kijang dari bulan Januari-Oktober 2016 disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Data curah hujan 2016
Sumber : BMKG Tanjungpinang (2016)

Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa curah hujan tertinggi pada daerah Senggarang terjadi pada bulan Mei dan terendah terjadi pada bulan Agustus. Pada daerah Dompok curah hujan tertinggi terjadi pada bulan September dan curah hujan terendah pada bulan Oktober. Sedangkan untuk daerah kijang diperoleh curah hujan tertinggi pada bulan April dan terendah pada bulan Januari. Sehingga secara umum curah hujan tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap transport sedimen di perairan sekitar stasiun yang menyebabkan nilai sortir kecil. Tidak stabilnya kekuatan aliran hujan tentu mempengaruhi keseragaman butiran sedimen.

Sedimen yang sering dijumpai di dalam sungai maupun pesisir baik terlarut atau tidak terlarut adalah merupakan produk dari pelapukan batuan induk yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan, terutama perubahan iklim. Hasil pelapukan batuan induk tersebut kita kenal sebagai partikel-partikel tanah. Pengaruh tenaga kinetis air hujan dan aliran air permukaan (untuk kasus di daerah tropis), partikel-partikel tanah tersebut dapat terkelupas dan

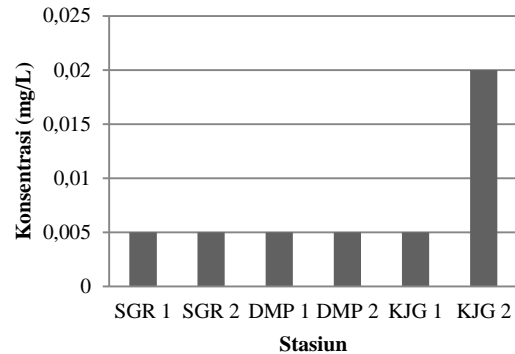
terangkut ke tempat yang lebih rendah untuk kemudian masuk ke pesisir maupun dalam sungai dan dikenal sebagai sedimen.

Berdasarkan gambar 5 diketahui bahwa nilai tertinggi Kg terletak pada stasiun 2 titik 1 kedalaman (30-60cm) dan Mz terendah pada stasiun 3 titik 2 kedalaman (30-60cm).

3. Hasil Konsentrasi Kandungan Mineral Aluminium (Al), Nikel (Ni) dan Tembaga (Cu) pada Bekas Penambangan Bauksit

1. Konsentrasi Aluminium (Al)

Hasil konsentrasi aluminium dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Konsentrasi Aluminium pada Bekas Penambangan Bauksit

Berdasarkan Gambar 6 diperoleh pola di daerah Senggarang, Dompok, dan Kijang bahwa konsentrasi Aluminium sangat kecil dengan jumlah kadar konsentrasi (0,005 mg/L) namun pada daerah kijang titik 2 diperoleh dengan kadar konsentrasi (0,020mg/L). Hal ini diduga pada masa penambangan bauksit mineral aluminium sudah dieksploitasi, sampai pada saat pencucian kandungannya semakin berkurang, sehingga konsentrasinya sangat rendah.

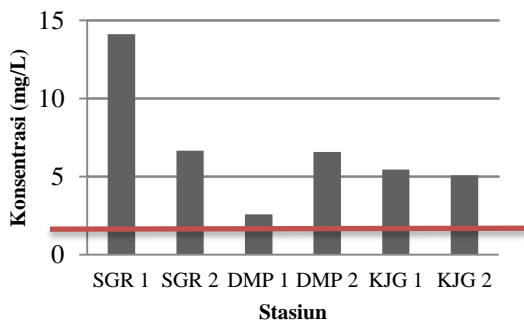
Untuk konsentrasi aluminium masih dibawah ambang batas, menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 Tanggal 3

September 1990 lampiran 1 batas ambang batas konsentrasinya aluminium berkisar 0,2 mg/L.

Menurut Agustinus *et al.* (2010), hampir semua aktivitas pertambangan berpotensi terjadinya perubahan kualitas lingkungan perairan, mulai dari ketika pembukaan lahan, pembangunan infrastruktur, penambangan, pengangkutan, penimbunan di *stockpile* hingga ke pemasaran (pengapalan). Perubahan tersebut terjadi terutama saat turun hujan karena tumpukan material lepas terangkut oleh air hujan dan mengalir melalui sungai yang pada ujungnya bermuara ke perairan laut.

2. Konsentrasi Nikel (Ni)

Hasil konsentrasi Nikel (Ni) dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Konsentrasi Nikel pada Bekas Penambangan Bauksit

Menurut Moore (1991) dalam Zulfikar (2011), urutan toksisitas logam dari yang terendah rendah sampai yang sangat tinggi berturut-turut adalah Sn<Ni<Pb<Cr<Co<Cd<Zn<Cu<Ag<Hg.

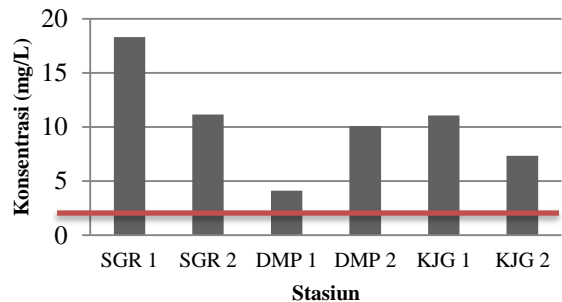
Dari hasil uji yang disajikan pada gambar 14 diketahui bahwa kandungan konsentrasi mineral nikel (Ni) yang terdapat pada sedimen bekas penambangan bauksit diperoleh pola di Senggarang titik 1 konsentrasi nikel paling tinggi dengan kadar (14,11 mg/L), Konsentrasi terendah terdapat di Dompok titik 1 diperoleh dengan kadar (2,58 mg/L), sampel sudah diatas ambang

batas baku mutu yang ditetapkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Lampiran II Nomor. 34 Tahun 2009 Tanggal 05 Oktober 2009 mengenai Persyaratan Kualitas Air Limbah Bagi Kegiatan Pencucian Bijih Bauksit.

Menurut Nybakken (1992) dalam Panjaitan (2009), jenis substrat dan ukurannya merupakan salah satu faktor ekologi yang mempengaruhi kandungan bahan organik, semakin halus tekstur substrat semakin besar kemampuannya untuk mengikat bahan organik. Hal ini disebabkan partikel-partikel halus memberikan banyak rongga untuk mengikat bahan organik, sedangkan partikel kasar sebaliknya, Logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap disubstrat dan berikatan dengan partikel-partikel sedimen, sehingga konsentrasi logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibanding dalam air (Hutagalung, 1991 dalam Panjaitan, 2009).

3. Konsentrasi Tembaga (Cu)

Hasil konsentrasi Tembaga (Cu) dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Konsentrasi Tembaga pada Bekas Penambangan Bauksit

Berdasarkan Gambar 8, diketahui bahwa konsentrasi logam Cu pada sedimen juga menunjukkan nilai yang bervariasi pada setiap stasiun pengambilan contoh. Konsentrasi tembaga tertinggi ditemukan di daerah Senggarang titik 1 (18,31 mg/L),

sedangkan konsentrasi terendah pada Dampak titik 1 (4,12 mg/L). Hal ini diduga karena masih dipengaruhi melalui transport material yang terbawa dari daratan. Bervariasinya konsentrasi ini dapat disebabkan oleh berbagai macam proses, seperti pengenceran, absorpsi oleh partikel, terakumulasi dalam biota, dan mengendap di sedimen. Sedimen pada umumnya merupakan area akumulasi semua senyawa. Berbagai macam proses yang dialami oleh logam berat dalam kolom air pada akhirnya akan diendapkan dalam sedimen. Oleh karena itu sedimen dapat dijadikan sebagai rekaman kejadian senyawa terlarut logam berat yang terjadi dalam kolom air dalam kurun waktu lama (Libes, 2009 dalam Suhaidi, 2013).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada daerah bekas penambangan bauksit di Pulau Bintan yaitu Singgrarang, Dompok dan Kijang dapat disimpulkan bahwa :

1. Kondisi fisik substrat per kedalaman permukaan tanah pada bekas penambangan bauksit dikategorikan substrat berpasir. Semakin dalam substrat, semakin besar partikel sedimennya. Sedimen pada setiap lapisan dari tiap kedalaman lebih didominasi oleh pasir berkerikil, dikarenakan adanya bekas aktivitas penggalian dan pencucian bauksit.
2. Konsentrasi mineral berupa nikel (Ni) dan tembaga (Cu) pada bekas penambangan bauksit telah melampaui ambang batas, sedangkan aluminium (Al) masih di bawah ambang batas.

Saran yang dapat dilakukan yaitu penelitian ini hanya mencakup karakteristik sedimen permukaan dan konsentrasi mineral yang terkandung di dalamnya. Untuk

menggambarkan kondisi pengendapan sedimen dan konsentrasi mineral terkandung pada bekas penambangan bauksit di Pulau Bintan, perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap jarak dan waktu deposisi sedimen di Pulau Bintan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustinus, E.T.S, Eko S.A.S, Ade T dan Dady S. 2010. *Kajian Dampak Penambangan Bauksit di Daerah Kijang dan Sekitar Pulau Mamot Korelasinya Dengan Kemungkinan Perubahan Ekosistem Perairan Pesisir Timur Pulau Bintan dan Perairan Pesisir Pulau Mamot (Kepulauan Lingga)*. COREMAP II – LIPI. Jakarta.
- Daulay, A.B. 2014. *Karakteristik Sedimen di Perairan Sungai Carang Kota Rebah*.
- Junaidi dan Restu W. 2011. *Analisis Parameter Statistik Butiran Sedimen Dasar Pada Sungai Alamiah (Studi Kasus Sungai Krasak Yogyakarta)*. Wahana Teknik Sipil. Volume16, Nomor 2.
- Nurdila. 2013. *Dampak Pertambangan Bauksit Terhadap Pendapatan Nelayan di Pulau Penuba Kabupaten Lingga*.
- Panjaitan, G Y. 2009. *Karakteristik Sedimen di Perairan Sungai Carang Kota Rebah Kota Tanjungpinang Provinsi Kepulauan Riau*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Rifardi. 2008. *Tekstus Sedimen Sampling dan Analisis*. Universitas Riau Press.

- Rifardi.2012. *Ekologi Sedimen Laut Modern*. Edisi Revisi. Pekanbaru. UNRI Press.
- Sembiring, S. 2008. *Sifat Kimia dan Fisik Tanah pada Areal Bekas Tambang Bauksit di Pulau Bintan, Riau*. Info Hutan. Volume 5 Nomor 2.
- Soesanto, B. 2016. *Analisis Karakteristik Sedimen Perketebalan Substrat di Tanjung Sebaok Senggarang*.
- Suhaidi. 2013. *Kandungan Tembaga (Cu) Pada Air Laut, Sedimen dan Kerang Kapak (Pinna Sp) di Wilayah Jelengah, Sumbawa Barat*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Supriadi. 2015. *Karakterisasi Sedimen dan Laju Akumulasi Sedimen Perairan Pesisir Kecamatan Bukit Bestari Kota Tanjungpinang Provinsi Kepulauan Riau*.Skripsi.Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- Tandiseru, N. 2015. *Studi Kondisi Oseanografi Untuk Kesesuaian Wisata Pantai Di Pulau Camba Cambang Kabupaten Pangkep*. SKRIPSI. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin Makassar.
- Zulfikar, A. 2011. *Analisis Kandungan Logam pada Limbah Tailing (Red Mud) Tambang Bauksit*. Tanjungpinang.