
DISTRIBUSI BESAR BUTIR SEDIMEN TERSUSPENSI PADA DAERAH WEST LEVEE PT. FREEPORT INDONESIA

Obed Patiung

Program Studi Teknik Pertambangan
Politeknik Amamapare Timika
Email : obedpatiung85@gmail.com

ABSTRAK

Beberapa muara sungai besar, seringkali kita jumpai sebuah area sedimentasi berupa daratan dengan luas wilayah kecil atau besar yang ditumbuhi aneka vegetasi. Area tersebut merupakan delta yang terbentuk dari endapan material akibat laju aliran air yang melambat. Proses sedimentasi ditentukan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah kecepatan arus di sungai, kondisi dasar sungai, turbulensi, dan lainnya termasuk diameter sedimen itu sendiri. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui distribusi besaran butir sedimen tersuspensi sebagai akibat dari aktivitas pengerukan tailing penambangan di daerah West Levee PT. Freeport Indonesia. Metode penelitian yaitu menganalisa butiran sedimen dengan menggunakan sieve analisis. Adapun alat dan bahan yang digunakan selama penelitian di lapangan yaitu kompas dan palu Geologi, GPS (Global positioning system), Buku lapangan, Alat tulis menulis, kantong sampel, kamera digital, Roll meter, Clip board, busur dan mistar. Alat dan bahan yang akan digunakan selama analisis laboratorium, meliputi ayakan manual yang terdiri atas 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,063 mm, < 0,063 mm dengan ukuran mesh yang berbeda-beda untuk nilai ukuran besar butir. Setiap fraksi sedimen tertinggal pada setiap ayakan ditimbang dan diklasifikasikan menurut ukuran butirannya, analisis sampel sedimen dengan metode wentworth. Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa Jenis besar butir sedimen dominan yang didapatkan pada semua stasiun adalah jenis pasir sangat halus, pasir halus dan pasir sedang dengan kisaran diameter dengan rata-rata besar butir median yaitu pasir sangat halus 0.145 – 0.955 mm. Tingginya nilai konsentrasi sedimen tersuspensi (TSS) pada stasiun X yaitu 5.233 mg/L sebagai akibat dari adanya transportasi sedimen dari hasil pengolahan produksi PT. Freeport Indonesia.

Kata Kunci : suspensi, sedimentasi, sieve analisis, ukuran butir, pengayakan kering

ABSTRACT

Several large river estuaries, we often encounter a sedimentation area in the form of land with a small or large area overgrown with various vegetation. The area is a delta formed from material deposits due to the slowing water flow rate. The sedimentation process is determined by several factors, including the velocity in the river, the condition of the riverbed, turbulence, and others including the diameter of the sediment itself. Levee PT. Freeport Indonesia. The research method is analyzing sediment grains using sieve analysis. The tools and materials used during the research in the field were compasses and geological hammers, GPS (Global positioning system), field books, writing instruments, sample bags, digital cameras, roll meters, clip boards, bows and rulers. Tools and materials to be used during laboratory analysis include manual

sieves consisting of 2 mm, 1 mm, 0.5 mm, 0.063 mm, < 0.063 mm with different mesh sizes for grain size values. Each sediment fraction left on each sieve is weighed and classified according to grain size, sediment sample analysis using the wentworth method. From the research that has been carried out, it can be concluded that the dominant sediment grain types obtained at all stations are very fine sand, fine sand and medium sand. with an approximate diameter with an average grain size of very fine sand 0.145 – 0.955 mm. The high value of suspended sediment concentration (TSS) at station X is 5,233 mg/L as a result of sediment transport from the processing of PT. Freeport's production Indonesia.

Keywords: suspension, sedimentation, sieve analysis, grain size, dry sieving

1. PENDAHULUAN

Topografi wilayah Kabupaten Mimika meliputi dataran tinggi dan dataran rendah. Distrik yang bertopografi dataran tinggi adalah Tembapapura, Agimuga dan Jila. Distrik-distrik selain ketiga distrik tersebut merupakan merupakan distrik-distrik yang memiliki topografi dataran rendah. Distrik Mimika Baru, Kuala Kencana, Tembapapura dan Jila adalah distrik yang tidak memiliki pantai. Sedangkan Distrik Mimika Barat, Mimika Barat Tengah, Mimika Barat Jauh, Mimika Timur, Mimika Timur Tengah, Mimika Timur Jauh, Agimuga dan Jitasebagian wilayah-wilayahnya berbatasan dengan laut, sehingga distrik-distrik ini memiliki pantai. Sungai Kali Kabur yang umum di kenal oleh masyarakat setempat merupakan salah satu sungai yang terletak di sebelah timur kota Timika. Beberapa dekade sebelum-nya sungai ini menjadi salah satu sungai yang dijadikan alternatif sebagai tempat pembuangan tailing hasil kegiatan operasi PT.FI. Beberapa komponen abiotik seperti pasir, tanah serta material sisa pembuangan dari kegiatan operasi PT.FI saling berakumulasi pada proses sedimentasi disepanjang jalur sungai. Proses sedimentasi akuatis pada aliran sungai kali kabur mengandalkan kekuatan aliran air yaitu ketika aliran kuat, maka material akan terbawa dan jika aliran melemah maka material akan mengendap.

Dua sifat yang mempengaruhi media untuk mengangkut partikel sedimen adalah berat jenis dan keketantalan media. Berat jenis media akan mempengaruhi gerakan media, terutama cairan. Sebagai contoh air sungai bergerak turun karena jenis yang langsung berhubungan dengan gravitasi. Sedangkan pada jenis sedimen dan ukuran partikel-partikel tana serta komposisi mineral dan bahan induk yang menyusun dikenal bermacam sedimen seperti pasir liat, dan lain

ebagainaya. Tergantung dari ukuran partikelnya, sedimen ditemukan terlarut dalam sungai atau disebut muatan sedimen (*suspended sediment*) dan merayap (*bed load*). Secara garis besar ada dua jenis sedimen yang ditransportasikan yaitu *cohesive* dan *non cohesive*. Transportasi sedimen *cohesive* adalah *suspended load transport* (transport sedimen tersuspensi) karena kebanyakan sifatnya melayang dalam badan air, sedangkan *non cohesive* disebut *bed load transport* (transport sedimen dasar). Material sedimentasi umumnya bersumber dari kontingen yang ditransportasi melalui sungai atau media dalam bentuk sedimen trigen mulai, dari ukuran kasar hingga ukuran halus. Angkutan sedimen dasar adalah angkutan material sedimen yang terkonsentrasi atau dekat dengan dasar perairan, termasuk dalam angkutan.

Mekanisme pergerakan sedimen secara umum dibagi menjadi tiga macam, yaitu *traksi* (bergulung atau bergeser), *saltasi* (melompat), dan *suspensi* (melayang). Partikel akan bergulung atau bergeser jika kecepatan geser aliran lebih besar dari kecepatan kritis. Apabila kecepatan geser terus meningkat, maka partikel akan terus bergerak sepanjang dasar dengan cara melompat dan biasanya disebut saltasi. Sedimen akan bergerak melayang apabila kecepatan geser dasar lebih besar dari kecepatan dasar partikel hingga gaya turbulen sebanding dengan atau lebih dari berat basah partikel [1].

Perbedaan kecepatan aliran yang terjadi akan mempengaruhi populasi traksi, saltasi dan suspensi yang tercermin dalam distribusi ukuran butir sedimen. Muara sungai merupakan bagian hilir sungai yang berhubungan langsung dengan laut dan berperan sebagai tempat pengeluaran dan pembuangan debit sungai yang membawa

material disuplai dari darat terutama sedimen tersuspensi. Material ini sebagian akan mengendap di muara sungai dan sisanya akan diteruskan ke laut.[2] Muara Sungai seringkali mengalami pengendapan lumpur dan pasir sehingga mengakibatkan pendangkalan pada sungai hal ini mengharuskan pihak yang terkait untuk melakukan kegiatan pengerukan pada lokasi yang mengalami pendangkalan. Pengerukan merupakan pengambil tanah atau material dari lokasi dasar air, biasanya perairan dangkal seperti danau, sungai, muara atau pun laut dangkal, kemudian dipindahkan atau membuangnya ke lokasi lain [3]

Peningkatan konsentrasi TSS menyebabkan kekeruhan yang dapat mengganggu penetrasi cahaya ke dalam perairan. Keberadaan TSS dapat mengganggu keseimbangan ekosistem perairan yang pada akhirnya akan berdampak buruk bagi kelangsungan hidup manusia, seperti pendangkalan pelabuhan, punahnya beberapa ekosistem perairan, dan kerusakan lingkungan [4]. Sedimen tersuspensi (Total Suspended Matter) dapat mengakibatkan suatu perairan menjadi keruh dan menyebabkan masuknya sinar matahari ke dalam perairan menjadi terhambat. Total Suspended Matter (TSM) merupakan material tersuspensi (diameter > 1 μ m) yang tertahan pada saringan millipore dan terdiri dari lumpur, pasir halus dan jasad-jasad renik [5]. Kekeruhan yang terjadi di perairan akan berdampak pada proses biologi di dalam laut seperti kurangnya penetrasi cahaya yang masuk sehingga fitoplankton yang berada di laut tersebut sulit untuk melakukan proses fotosintesis. Konsentrasi yang tinggi dari sedimen tersuspensi dapat menyumbat insang ikan, baik membunuh mereka atau mengurangi laju pertumbuhan mereka [6]. Kegiatan pengerukan oleh peraturan pemerintah tersebut ini dikategorikan sebagai kegiatan yang berpotensi menimbulkan dampak penting terhadap sistem hidrologi dan ekologis yang lebih luas dari batas dampak kegiatan itu sendiri, perubahan batimetri, ekosistem, dan mengganggu proses alamiah baik di daerah perairan maupun pada perairan laut atau pantai, sehingga dapat mengakibatkan menurunnya produktivitas kawasan yang dapat menimbulkan dampak sosial. Berdasarkan latar belakang tersebut diatas maka penting dilakukan penelitian terkait distribusi besar butir sedimen dan sedimen tersuspensi akibat pengerukan pada lokasi penambangan di area West Levee.

2. METODE PENELITIAN

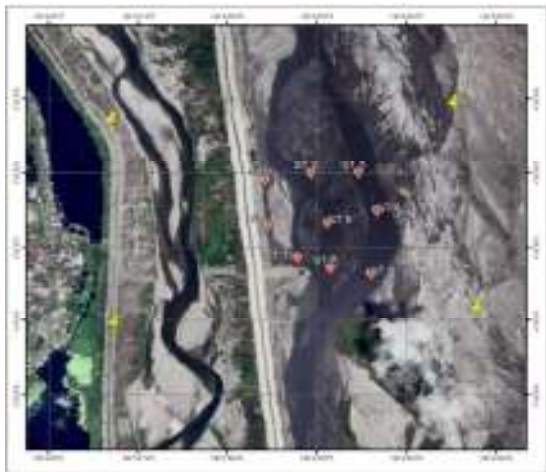
Metode penentuan lokasi pengambilan conto sedimen tersuspensi menggunakan metode *purposive sampling*. Metode purposive sampling merupakan metode penentuan lokasi yang hanya mengambil beberapa daerah yang dianggap telah mewakili keadaan keseluruhan. Sieve analisis adalah pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan gambaran kualifikasi ukuran butir dari conto tanah atau sedimen.

Sifat –sifat tanah atau sedimen tertentu banyak tergantung pada ukuran butiranya. Maka dari itu pengukuran besar butir tanah sering dilakukan di laboratorium dengan mengetahui pembagian besarnya butir dari suatu tanah, maka kita dapat menentukan klasifikasi terhadap suatu macam tanah tertentu atau dengan kata lain dapat mengadakan deskripsi tanah. Besarnya butiran tanah biasanya digambarkan dalam grafik yang disebut grafik lengkung gradasi atau grafik lengkung pembagian butir, dari grafik ini dapat kita lihat pembagian besarnya butiran tanah tertentu dan juga dapat kita lihat batas antara kerikil dan pasir, pasir dan lanau [7]. Pengukuran sedimen tersuspensi secara insitu menjadi salah satu alternative untuk mengetahui kondisi lingkungan berdasarkan pada parameter fisika [8].

Penelitian ini berlokasi pada area West Levee PT. Freeport Indonesia yang merupakan daerah pembuangan tailing bekas penambangan . Penentuan titik koordinat lokasi pengambilan titik sampel dengan menggunakan GPS (Global Positioning System) [9]. Pengambilan sampel sedimen dasar dilakukan pada stasiun yang telah ditentukan pada kedalaman 1-50 meter. Pengambilan sampel ini dilakukan untuk analisa ukuran besar butir sedimen. Sedimen dasar di ambil sebanyak \pm 500 gr dari setiap titik/stasiun, dan disimpan dalam kantong sampel yang kemudian akan di analisis lebih lanjut dilaboratorium. Data sebaran sedimen tersuspensi atau *Total suspended Solid* (TSS) perairan akibat pengerukan, sampel air tersebut di masukkan ke botol sampel dengan volume \pm 1 liter dan disimpan di dalam *cool Box* Untuk dibawa ke laboratorium.

Sieve analysis adalah metode yang paling banyak digunakan untuk analisis ukuran material/partikel yang dapat dicapai dengan melewati saringan dengan ketelitian yang berbeda. Jumlah berat yang dikumpulkan pada saringan menentukan bobot presentase masing-masing fraksi ukuran.

Pengambilan data sekunder berupa data pasang surut yang meliputi kondisi cuaca pada saat pengambilan contoh dilakukan apakah hujan, cuaca cerah, kondisi arus sungai apakah aliran laminar atau turbulen.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu karakteristik sedimen yang dapat diukur secara nyata adalah berdasarkan ukuran partikelnya. Ukuran partikel sedimen dapat diukur menggunakan teknik analisis saringan dengan saringan bertingkat yang memiliki diameter saringan berbeda-beda (mulai dari 12,7 mm, 9,5 mm, 6,3 mm, 2,36 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, 0,15 mm, 0,076 mm). Pengklasifikasian jenis partikel menurut ukuran butir dapat diklasifikasikan menurut skala wentworth yang merupakan skala yang paling umum digunakan untuk mengklasifikasikan sedimen berdasarkan ukuran butir mulai dari lempung (clay) yang berukuran kurang dari 0,002 mm sampai dengan batu berukuran besar (boulder) yang mempunyai ukuran lebih dari 236 mm.

Distribusi sedimen tersuspensi diduga dipengaruhi oleh kecepatan arus yang membawa material sedimen tersuspensi, bahwa kecepatan arus yang kuat akan memiliki ukuran butiran sedimen yang kasar sebaliknya kecepatan arus yang lemah akan memiliki ukuran butiran sedimen yang halus [10]. Distribusi besar butir sedimen sangat dipengaruhi oleh jenis dan keberadaan material sumber sedimen dan proses yang terjadi dimana material sedimen tersebut terbawa [11]. Analisis besar butir selain dilakukan untuk identifikasi tipe sedimen permukaan dasar laut dan distribusinya, juga dapat digunakan untuk

mengetahui dinamika dan kondisi energi lingkungan pengendapannya. Penentuan ukuran butiran sedimen dilakukan dengan metode pengayakan kering (*dry sieving*). Sekitar 100 gr sedimen kering yang di timbang menggunakan timbangan analitik diayak selama 10 menit dengan menggunakan *sieve net* yang bersusun dengan ukuran (*methzize*) 12.7 mm, 9.5 mm, 6.3 mm, 2.36 mm, 0.6 mm, 0.3 mm, 0.15 mm dan 0,076 mm. Setiap Fraksi sedimen yang bertahan pada setiap ayakan ditimbang dan diklasifikasikan menurut ukuran butirannya.



Gambar 2 Timbangan



Gambar 3 Sieve

Ukuran partikel sedimen merupakan salah satu faktor terpenting dalam klasifikasi batuan sedimen, khususnya sedimen klastik. Skala Wentworth adalah sebuah skala yang dalam geologi digunakan untuk mengklasifikasikan sedimen berdasarkan ukuran partikelnya. Skala Wentworth pertama diperkenalkan oleh pada tahun 1922 oleh Chester K. Wentworth. Skala ini dibuat dengan memodifikasi skala sebelumnya yang dibuat oleh Johan A. Udden sehingga skala ini juga sering disebut skala Udden-Wentworth. Secara umum, partikel sedimen dikategorikan menjadi 4 jenis, yaitu *gravel*, *sand*, *silt*, dan *clay*.

Tabel 1 Klasifikasi ukuran butiran menurut menurut skala Wentworth

GRADE WENTWORTH	UKURAN PARTIKEL (mm)
BOULODER	> 256
COBBLE	> 64
PEBBLE	> 4
GRANULE	> 2
VERY COARSE SAND	> 1
CO ARSE SAND	> 0,5
MEDIUM SAND	> 0,25
FINE SAND	> 0,125
VERY FINE SAND	> 0,0625
CO ARSE SILT	> 0,03125
MEDIUM SILT	> 0,015625
FINE SILT	> 0,0078125
VERY FINE SILT	> 0,00390625
CLAY	> 0,00390625

Data sampel sedimen hasil timbangan

STATION NO.1					
NO	SIZE	SIEVE KOSONG*	SIEVE + CONTO	CONTO	Grain
		A	B		
	mm	GRAM			%
1	12.7	410.5	3327	4.5	2.38%
2	9.5	389	2912	2	1.06%
3	6.3	382	2511	6	3.17%
4	2.36	370.5	2113	10.5	5.56%
5	0.6	364	1732	10	5.29%
6	0.3	303	1358	45	23.61%
7	0.15	326.5	980	54	28.57%
8	0.075	304	599.5	54	28.57%
9	PAN	284	287	3	1.59%
TOTAL BERAT CONTO				189	100.00%

STATION NO.2					
NO	SIZE	SIEVE KOSONG*	SIEVE + CONTO	CONTO	Grain
		A	B		
	mm	GRAM			%
1	12.7	410.5	3303	0	0.00%
2	9.5	389	2802.5	0	0.00%
3	6.3	382	2493.5	2	1.04%
4	2.36	370.5	2099.5	8.5	0.30%
5	0.6	364	1726.5	3.5	0.08%
6	0.3	303	1381	37	21.96%
7	0.15	326.5	891	80.5	35.97%
8	0.075	304	634	80.5	35.97%
9	PAN	284	288.5	4.5	2.67%
TOTAL BERAT CONTO				188.5	100.00%

STATION NO.3					
NO	SIZE	SIEVE KOSONG	SIEVE + CONTO	CONTO	Grain
		A	B		
	mm	GRAM			%
1	12.7	416.5	3322	0	0.00%
2	9.5	389	2911.5	0.5	0.21%
3	6.3	382	2512	2	1.23%
4	2.36	370.5	2118	3.5	2.16%
5	0.6	364	1744	42	25.93%
6	0.3	333	1338	58	35.80%
7	0.15	326.5	947	27	16.67%
8	0.075	304	593.5	27	16.67%
9	PAN	284	286	2	1.23%
TOTAL BERAT CONTO				182	100.00%

STATION NO.4					
NO	SIZE	SIEVE KOSONG*	SIEVE + CONTO	CONTO	Grain
		A	B		
	mm	GRAM			%
1	12.7	410.5	3326	0.5	0.23%
2	9.5	389	2915	0	0.00%
3	6.3	382	2516	1.5	0.70%
4	2.36	370.5	2122.5	3.5	1.64%
5	0.6	364	1748.5	5	2.35%
6	0.3	333	1379.5	45.5	21.38%
7	0.15	326.5	1001	77.5	38.38%
8	0.075	304	597	77.5	38.38%
9	PAN	284	286	2	0.94%
TOTAL BERAT CONTO				213	100.00%

STATION NO.5					
NO	SIZE	SIEVE KOSONG*	SIEVE + CONTO	CONTO	Grain
		A	B	C	D
	mm	GRAM			%
1	12.7	410.5	3329	0	0.00%
2	9.5	389	2918.5	3	1.91%
3	6.3	382	2518.5	1	0.64%
4	2.36	370.5	2120.5	2.5	1.58%
5	0.6	364	1750.5	79.5	50.67%
6	0.3	333	1307	38.5	25.18%
7	0.15	328.5	904.5	14.5	9.24%
8	0.075	304	593.5	14.5	9.24%
9	PAN	284	286.4	2.4	1.53%
TOTAL BERAT CONTO				158.9	100.00%

STATION NO.7					
NO	SIZE	SIEVE KOSONG*	SIEVE + CONTO	CONTO	Grain
		A	B	C	D
	mm	GRAM			%
1	12.7	410.5	3322.5	37	23.08%
2	9.5	389	2875	4.5	2.80%
3	6.3	382	2471.5	2.5	1.58%
4	2.36	370.5	2077	9	5.61%
5	0.6	364	1687.5	17.5	10.90%
6	0.3	333	1316	33.5	20.67%
7	0.15	328.5	949.5	26.5	16.51%
8	0.075	304	586.5	26.5	16.51%
9	PAN	284	287.5	3.5	2.18%
TOTAL BERAT CONTO				180.5	100.00%

STATION NO.6					
NO	SIZE	SIEVE KOSONG*	SIEVE + CONTO	CONTO	Grain
		A	B	C	D
	mm	GRAM			%
1	12.7	410.5	3329.5	0	0.00%
2	9.5	389	2919	0.5	0.25%
3	6.3	382	2519.5	1.5	0.78%
4	2.36	370.5	2126	2	1.01%
5	0.6	364	1753.5	4.5	2.28%
6	0.3	333	1385	73.5	37.22%
7	0.15	328.5	978.5	58.5	28.61%
8	0.075	304	586.5	58.5	28.61%
9	PAN	284	288.5	2.5	1.27%
TOTAL BERAT CONTO				197.5	100.00%

STATION NO.8					
NO	SIZE	SIEVE KOSONG*	SIEVE + CONTO	CONTO	Grain
		A	B	C	D
	mm	GRAM			%
1	12.7	410.5	3338.5	0	0.00%
2	9.5	389	2920	0.5	0.20%
3	6.3	382	2528.5	1	0.40%
4	2.36	370.5	2127.5	1	0.40%
5	0.6	364	1756	1.5	0.60%
6	0.3	333	1388.5	12	4.84%
7	0.15	328.5	1045.5	113	45.56%
8	0.075	304	686	113	45.56%
9	PAN	284	290	6	2.42%
TOTAL BERAT CONTO				248	100.00%

STATION NO.9					
NO	SIZE	SEIVE KOSONG*	SEIVE + CONTO	CONTO	Grain
		A	B	C	D
	mm	GRAM			%
1	12.7	410.5	3310	0.5	0.25%
2	9.5	369	2899	0	0.00%
3	6.3	362	2500	1.5	0.75%
4	2.36	370.5	2106.5	3.5	1.74%
5	0.6	364	1732.5	9	4.48%
6	0.3	330	1369.5	13.5	6.72%
7	0.15	329.5	1013	84	41.79%
8	0.075	304	602.5	84	41.79%
9	PAN	264	269	5	2.40%
TOTAL BERAT CONTO				201	100.00%

Tabel 2 Hasil klasifikasi tekstur Sedimen sungai

Stasiun	Sedimen (mm)	Jenis tekstur sedimen
1	0.087	Pasir Sangat Halus
2	0.085	Pasir Sangat Halus
3	0.110	Pasir halus
4	0.115	Pasir halus
5	0.120	Pasir halus
6	0.450	Pasir kasar
7	0.450	Pasir kasar
8	0.115	Pasir halus
9	0.112	Pasir halus

Total sedimen tersuspensi atau yang biasa disebut dengan TSS merupakan kondisi yang terjadi pada suatu perairan yang disebabkan terjadinya pengerukan, pengadukan, transportasi sedimen, dan lain sebagainya di atas normal. Secara vital jika nilai TSS melebihi ambang batas yaitu keruhnya perairan. Perairan yang keruh akan menimbulkan turunya laju pengendapan sedimen. Transportasi suspensi sedimen yang terjadinya pada stasiun 8 telah menunjukkan nilai TSS yang cukup tinggi yaitu 5.233 mg/L. Hal tersebut semakin membuktikan bahwa aktivitas pengerukan yang terjadi dapat menjadi salah satu akibat tingginya suspensi sedimen pada suatu perairan, karena jika dibandingkan dengan stasiun 5 dan 4 yang merupakan lokasi yang tidak mengalami pengerukan, maka nilai TSS nya jauh lebih kecil dibandingkan dengan stasiun 2 dan 3 Tabel 2 . Konsentrasi Tersuspensi

Stasiun	Konsentrasi Sedimen Tersuspensi mg/Liter
8	5.433

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa

1. Jenis besar butir sedimen dominan yang didapatkan pada semua stasiun adalah jenis pasir sangat halus, pasir halus dan pasir sedang dengan kirsan diameter dengan rata-rata besar butir median yaitu pasir sangat halus 0.155 – 0.975 mm.
2. Tingginya nilai konsentrasi sedimen tersuspensi (TSS) pada stasiun 8 yaitu 5.333 mg/L sebagai akibat dari adanya transportasi sedimen dari hasil pengolahan produksi PT.Freeport Indonesia. hal tersebut juga dibuktikan dengan nilai kecerahan pada stasiun tersebut yang lebih rendah.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Helena, S., 2000. Sumbangan Sedimen dari Sub DAS Panasen dan Noongan terhadap Pendangkalan Danau Tondano di Sulawesi Utara. Tesis S2. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- [2] Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 52 Tahun 2011 tentang Pengerukan dan Reklamasi (Pasal 2 dan Pasal 4)
- [3] Elverida, N. 2010. Padatan Tersuspensi dan Bahan Organik Sedimen Muara AEK Tolang Pandan Kabupaten Tapanuli Tengah Provinsi Sumatera Utara. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru.
- [4] Ritchie J.C. and Cooper, C.M.: Comparison of Measured Suspended Sediment Concentrations With Suspended Sediment Concentrations Estimated From Landsat MSS Data, *Int. J. Remote Sensing* (1988).
- [5] Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta
- [6] Huang. W. 2011. Dual Behavior of Suspended Sediment Concentration in a Regulate River, *Word Journal Of Mechanics*, 1: 115-121.
- [7] Hadi, S. 1983. Metodologi Research. Yayasan Penerbitan Fakultas Psikologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [8] Susiati, H, E. Kusratmoko, dan A. Poniman. 2010. Pola Sebaran Sedimen Tersuspensi Melalui Pendekatan Penginderaan Jauh di Perairan Pesisir Semenanjung Muria-Jepara. *Jurnal Teknologi Pengolahan Limbah*, Volume 13 Nomor 1, Juni.
- [9] Poerbondono, dan E. Djunasjah. 2005. *Survei Hidrografi*. Refika Aditama, Bandung. 166 hlm
- [10] Elverida, N. 2010. Padatan Tersuspensi dan Bahan Organik Sedimen Muara AEK Tolang Pandan Kabupaten Tapanuli Tengah Provinsi Sumatera Utara. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. 77 hal. (tidak diterbitkan).
- [11] Folk R.L. and J.E. Sanders. 1978. *Principles of sedimentology*. John Willey and Sons, NY. 792p.