

**PROSES DEPOSISI SEDIMEN DI PERAIRAN DOMPAK
PROVINSI KEPULAUAN RIAU INDONESIA**

**SEDIMENTATION IN DOMPAK SEA, RIAU ARCHIPELAGO
PROVINCE INDONESIA**

Amirul Mukminin, Rifardi, dan Edwar Ruffli

*Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau
Kampus Bina Widya SP. Panam Pekanbaru-Riau-Indonesia
Telp. 0761-63274, fax. 0761 – 63275 email :fardi64@yahoo.co.id*

ABSTRACT

The purpose of this study is to clarify relationship between sedimentation process including accumulation rate total suspended solid and grain size-sediment, and anthropogenic activities. Sediment samples consist of accumulation rate, total suspended solid and surface sediments were collected from 4 stations in the Dompak sea, Riau Archipelago province, Indonesia in July to August 2008. Present work revealed that station 4 is characterized by the highest accumulation rate ($2.21 \text{ ml/cm}^2/\text{day}$), very fine sand and very poorly sorted sediment, under the influence of bauxite mining supplied terrigenous sediments. Contrastingly, station 3 is occupied by the lowest accumulation rate ($0.48 \text{ ml/cm}^2/\text{day}$), high suspended sediment (2 mg/l), and coarse silt, under the influence of rather stagnant water masses. Rather high accumulation rate ($0.72 \text{ ml/cm}^2/\text{day}$), coarse silt and well sorted sediments are found in station 1 which affected by waters transportation and binterland development activities. The sediment of station 2 is characterized by accumulation rate ($0.55 \text{ ml/cm}^2/\text{day}$), fine sand and moderately well sorted sediment. The sediment is assumed to be derived from surrounding areas which is trapped by mangrove. The result at the probability calculation sedimentation occurring in Dompak Sea is affected by anthropogenic activities ($p < 0.05$) in addition, natural process play also importance role on the sedimentation.

Keywords : *sedimentation, anthropogenic activities, natural process, Dompak Sea*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan hubungan antara proses pengendapan sedimen meliputi kecepatan akumulasi sedimen, total padatan tersuspensi dan ukuran butir sedimen, dan aktivitas antropogenik. Sedimen permukaan diambil dari 4 stasiun di laut Dompak, provinsi kepulauan riau, Indonesia pada periode Juli – Agustus 2008. Hasil penelitian menunjukkan bahwa stasiun 4 dicirikan oleh kecepatan akumulasi tinggi ($2,21$



ml/cm²/hari), butiran pasir sangat halus dan tersortir sangat buruk, mengindikasikan pengaruh pemasukan sedimen terrigenous yang berasal dari penambangan bauksit. Sebaliknya, pada stasiun 3 kecepatan akumulasi rendah (0,48 ml/cm²/hari), total padatan tersuspensi tinggi (2 mg/l), dan didominasi oleh butiran lanau kasar, dipengaruhi oleh massa air tenang. Kecepatan akumulasi agak tinggi (0,72 ml/cm²/hari), butiran lanau kasar dan sedimen tersortir baik, ditemukan pada stasiun 1 yang dipengaruhi oleh aktifitas transportasi laut dan pengembangan daratan. Sedimen pada stasiun 2 dicirikan oleh kecepatan akumulasi sedang (0,55 ml/cm²/hari), butiran pasir halus dan tersortir sedang, diduga sedimen tersebut berasal dari daerah sekitar yang ditumbuhi oleh pohon mangrove berfungsi sebagai perangkap sedimen. Hasil uji ANOVA ($p < 0,05$) diperoleh $F_{hitung} (5,41) > F_{tabel} (5,07)$, mengindikasikan proses pengendapan sedimen di Laut Dompok dipengaruhi oleh aktifitas antropogenik. Selain itu proses alami seperti karakteristik oseanografi Laut Dompok juga memainkan peranan penting terhadap proses pengendapan sedimen.

Kata Kunci : *Sedimentasi, aktivitas antropogenik, proses alami, Laut Dompok.*

PENDAHULUAN

Perairan Dompok terletak di sekitar Pulau Dompok berada di dalam wilayah administrasi Provinsi Kepulauan Riau, merupakan kawasan aktivitas antropogenik yang kompleks seperti aktivitas pelayaran, industri tambang bauksit, pemukiman, pelabuhan kapal maupun lainnya. Segala bentuk aktivitas di sekitar kawasan ini akan berdampak langsung pada perairan tersebut baik secara biologi, fisika maupun kimia. Bila ditinjau dari aspek ekosistem dasar perairan, dampak tersebut juga akan memberikan pengaruh terhadap proses sedimentasi. Selain itu, kondisi alamiah perairan ini seperti keberadaan tumbuhan pantai (mangrove), bentuk morfologi perairan, pola hidrologi dan oseanografi juga memainkan peranan penting dalam proses sedimentasi.

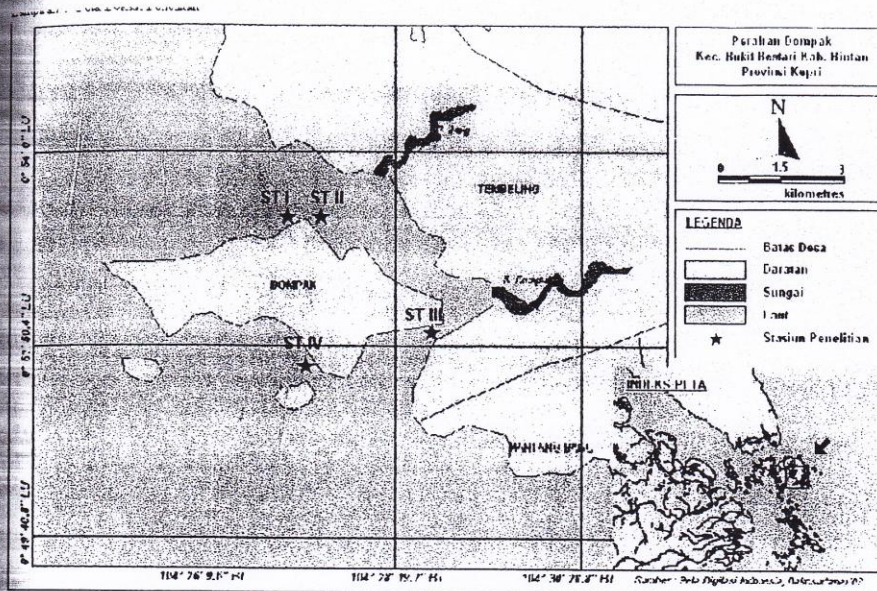
Sedimen sebagai material-material yang berasal dari perombakan batuan yang lebih tua atau material yang berasal dari proses *weathering* batuan dan ditransportasikan oleh air, udara atau material yang diendapkan oleh proses-proses yang terjadi secara alami seperti presipitasi secara kimia atau sekresi oleh organisme, kemudian membentuk suatu lapisan pada permukaan bumi (Rifardi, 2008a). Selain itu Semua material dari aktivitas didaratkan yang masuk ke dalam perairan laut dan mengendap di dasar perairan. Pengendapan sedimen tergantung kepada medium angkut, dimana bila kecepatan berkurang medium tersebut tidak mampu mengangkut sedimen ini sehingga terjadi penumpukan (Ompi *et al.* 1990).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan proses sedimentasi dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu suplai sedimen yang berasal dari hasil sampingan aktivitas manusia dalam mengelola sumberdaya alam dan faktor alam berupa dinamika kondisi hidrologi sekitar perairan. Rifardi (2006; 2008c) menjelaskan terjadi akselerasi dua faktor diatas dalam proses pengendapan, dimana faktor utama sebagai penyuplai sumber material dan faktor kedua berperan dalam penyebarannya sampai material tersebut diendapkan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses sedimentasi ditinjau dari sedimen terakumulasi, sedimen tersuspensi dan karakteristik fisik sedimen akibat aktivitas antropogenik di perairan Pantai Dompok Provinsi Kepulauan Riau.

Materi dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan selama dua bulan (Juli-Agustus 2008). di perairan pantai Dompak Kecamatan Bukit Bestari Provinsi Kepulauan Riau (Gambar 1)



Gambar 1. Peta fisiografi perairan Dompak yang menunjukkan lokasi penelitian (dalam peta Indeks).

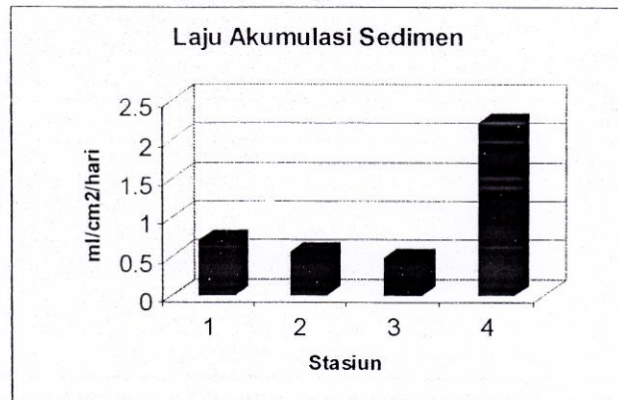
pengamatan ditentukan berdasarkan kondisi lapangan (Gambar 1), yaitu Stasiun I ($00^{\circ}53'2,78''$ LU - $104^{\circ}27'4,62''$ BT) terletak di tengah selat Dompak yang merupakan jalur masuk kapal-kapal menuju selat Dompak, stasiun II ($00^{\circ}53'0,66''$ LU - $104^{\circ}27'8,00''$ BT) berada di perairan pantai yang banyak ditumbuhi mangrove yang tidak terdapat aktivitas antropogenik berfungsi sebagai stasiun pengontrol. Stasiun III ($00^{\circ}52'1,60''$ LU - $104^{\circ}28'9,31''$ BT) berada di dekat Sungai Dompak dimana di sekitar ini terdapat pemukiman, usaha tambak ikan dan tempat pembangunan jembatan antara pulau Dompak dengan pulau Bintan, dan Stasiun IV ($00^{\circ}51'7,00''$ LU - $104^{\circ}27'3,52''$ BT) berada disebelah barat Pulau Dompak yang terdapat aktivitas pertambangan bauksit.

Sampel sedimen terakumulasi diambil dengan menggunakan *sedimen trap* sedangkan *Van dorn sampler* digunakan untuk mengambil material suspensi *Eckman Grab sampler* untuk mengambil sedimen permukaan. Sedimen akumulasi dihitung berdasarkan Rifardi (2008b). Analisis kandungan bahan tersuspensi mengikuti metoda Standar Nasional Indonesia (2008). Analisa ukuran butir (tekstur) sedimen dengan menggunakan metode mekanikal Rifardi (2001a, b dan 2008a) dan Fitri *et al* (2009). **Analisis Data** metoda mekanikal yaitu Laju sedimen terakumulasi diuji dengan One Way Anova dengan tingkat kepercayaan 95% (Santoso, 2002) untuk melihat pengaruh aktivitas antropogenik terhadap proses sedimentasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Akumulasi Sedimen

Hasil analisis laju sedimen terakumulasi selama penelitian disimpulkan dalam bentuk laju volume akumulasi ($\text{ml}/\text{cm}^2/\text{hari}$), lihat Gambar 2. disebabkan oleh pengaruh



Gambar 2. Laju akumulasi sedimen

Sepuluh Hari Volume sedimen terakumulasi tertinggi 2,2 ($\text{ml}/\text{cm}^2/\text{hari}$) ditemukan pada stasiun 4. Hal ini diduga berkaitan dengan kondisi daerah sekitar stasiun ini yang merupakan kawasan aktivitas penambangan bauksit Pulau Dompak dan pelayaran bagi kapal-kapal besar pembawa hasil tambang bauksit tersebut. Aktivitas penambangan menyebabkan terlepasannya material penyusun sedimen dari batuan induknya dan merupakan sumber pemasukan sedimen *terrigenous* ke perairan Dompak. Analog dengan kondisi ini, Rifardi *et al* (1998) menemukan penambangan di daerah pantai sekitar Laut Yatsushiro Jepang menyebabkan berubahnya karakteristik partikel sedimen sebagai akibat suplai sedimen dari daerah penambangan.

Stasiun 4 memiliki kecepatan arus paling tinggi dibandingkan dengan stasiun lainnya yaitu 13,31 cm/detik. Kondisi inilah yang menyebabkan partikel sedimen sekitar aktivitas penambangan ditranspor dan terakumulasi di stasiun ini. Brahmawanto *et al* (2000) menemukan karakteristik oseonografi seperti arus dan gelombang di Selat Rupa mempengaruhi proses transpor sedimen. Selanjutnya Rahmansyah dan Rifardi (2010) menjelaskan arus pasang dan surut mentranspor sedimen tersuspensi dari aliran sungai (*terrigenous*) mengakibatkan terjadi pendangkalan perairan Muara Sungai Rokan, Kabupaten Rokan Hilir Propinsi Riau.

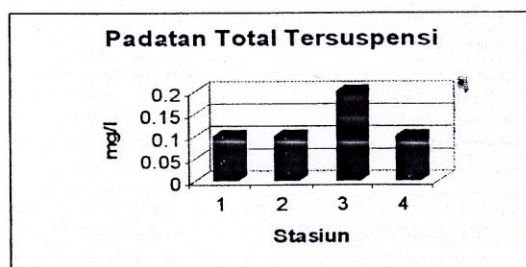
Meskipun kondisi lingkungan perairan sekitar stasiun 1 berbeda dengan stasiun 4, laju sedimen terakumulasi cukup tinggi yaitu 0,7235 ($\text{ml}/\text{cm}^2/\text{hari}$). Stasiun ini dominan dipengaruhi aktivitas antropogenik berupa jalur masuk kapal-kapal menuju Selat Dompak dan merupakan kawasan pembangunan jembatan Tanjungpinang-Dompak sepanjang 960 meter. Aktivitas pembangunan ini memberikan masukan bahan-bahan organik, anorganik dan material tersuspensi ke perairan pantai Dompak, meskipun pemasukan sedimen *terrigenous* tidak sebesar dari aktivitas penambangan bauksit seperti pada stasiun 4.

Laju sedimen terakumulasi pada stasiun 2 sebesar 0,5554 (ml/cm²/hari). Stasiun ini merupakan stasiun kontrol yang belum terdapat aktivitas antropogenik. Pada stasiun ini ditumbuhi mangrove jenis *Rhizophora sp.*, *Sonneratia sp.*, *Bruguiera sp.*, dan *Xylocarpus sp.* Laju sedimen terakumulasi pada stasiun ini lebih tinggi dari stasiun 3 meskipun tidak ada aktivitas/kegiatan manusia, hal ini disebabkan oleh fungsi alamiah mangrove sebagai perangkap sedimen mampu memberikan pemasukan sedimen yang cukup signifikan. Bengen (2001) menjelaskan salah satu fungsi dan manfaat hutan mangrove adalah sebagai penahan lumpur dan perangkap sedimen.

Laju sedimen terakumulasi terendah terdapat pada stasiun 3 yaitu sebesar 0,4789 (ml/cm²/hari), dimana stasiun ini dekat Sungai Dompok dengan berbagai aktifitas seperti pemukiman, usaha tambak ikan dan tempat pembangunan jembatan antara pulau Dompok dengan pulau Bintang. Meskipun berada di sekitar aktifitas-aktifitas tersebut yang menyebabkan jumlah partikel tersuspensi tertinggi (Tabel 2 Gambar 3), partikel tersuspensi ini tidak punya kesempatan untuk mengendap sehingga karakteristik dan pola oseanografi stasiun 3 berbeda dengan stasiun lainnya. Kecepatan arus pada stasiun 3 merupakan kecepatan arus terlemah diantara stasiun lainnya yaitu 6,67 cm/detik. Selain itu sedimen pada stasiun ini dicirikan dengan *very poorly sorted* (*sorting* 2,96) mengindikasikan ketidakstabilan pola oseanografi tersebut.

Padatan Total Tersuspensi

Hasil analisis Padatan Total Tersuspensi (TSS) selama penelitian dapat dilihat pada 2 dan Gambar 3. Secara umum padatan total tersuspensi berkisar 0,1 – 0,2 mg/l dan tidak terdapat perbedaan mencolok diantara stasiun kecuali stasiun 3 (TSS = 0,2 mg/l).



Gambar 3. Konsentrasi (mg/l) padatan tersuspensi

stasiun 3 disebabkan oleh faktor oseanografi seperti yang dijelaskan diatas. Selain itu, aktivitas pengerukan pinggir pantai dalam proses pembuatan jembatan memberikan suplai material tersuspensi cukup tinggi ke stasiun ini.

Fraksi BSedimen

Hasil analisis fraksi sedimen pada masing-masing stasiun di Perairan Pantai Dompok terdiri atas tiga fraksi sedimen yaitu kerikil, pasir dan lumpur. Walaupun demikian apabila dilihat dari tipe sedimen maka tipe lumpur berpasir merupakan tipe yang dominan (pada Stasiun 1, 2, dan 3) kecuali Stasiun 4 pasir berlumpur

Hasil analisis parameter statistika sedimen menunjukkan diameter rata-rata (Mz) berkisar 3,00–5,20 Ø, koefisien *sorting* (*δ*₁) berkisar 0,40– 2,96 dan *skewness* (*Sk*₁) 0,80 –1,61

Stasiun	Mz	$\delta 1$	Sk ₁
1	5,20	0,4038	1,4148
2	3,00	0,6970	0,8056
3	4,97	2,9576	1,1658
4	4,20	2,4977	1,6195

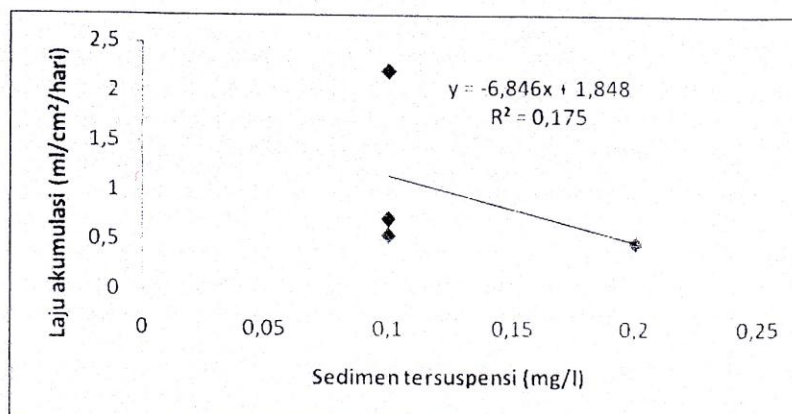
Sumber : Data Primer

Stasiun 1 dicirikan dengan nilai *mean size* 5,200 (*coarse silt*), nilai koefisien *sorting* 0,41 (*well sorted*) dan persentase lumpur 67,24 %. Stasiun 2 dengan nilai *mean size* 3,000 (*fine sand*), nilai koefisien *sorting* 0,69 (*moderately well sorted*) dan persentase lumpur 44,25 %. Stasiun 3 nilai *mean size* 4,970 (*coarse silt*), nilai koefisien *sorting* 2,96 (*very poorly sorted*) dan persentase lumpur 58,25 %. Stasiun 4 memiliki nilai *mean size* 4,200 (*very fine sand*), koefisien *sorting* 2,49 (*very poorly sorted*) dan memiliki persentase pasir 61,31%.

Nilai parameter statistika sedimen diatas mengindikasikan bahwa karakteristik oseanografi perairan dampak bervariasi. Hal ini menjadi lebih jelas, apabila dibandingkan nilai *sorting* antara stasiun satu dengan lainnya. Dua stasiun (1 dan 2) diokupasi oleh arus dan gelombang yang stabil, sebaliknya tingkat ketidakstabilan ditemukan pada stasiun 3 dan 4. Tingkat ketidak stabilan faktor oseanografi ini tidak mempengaruhi sebaran ukuran butir sedimen, hal ini digambarkan oleh nilai *skewness* pada semua stasiun yaitu *positively skewed*. Rifardi (2008d) menjelaskan bahwa kecendrungan pola sebaran sedimen dengan nilai *skewness* menggambarkan peranan kekuatan arus dan gelombang terhadap sebaran ukuran butir sedimen. Selanjutnya Duane (1964), *negatively skewness* mengindikasikan kelebihan material-material kasar dari distribusi normal dan diduga dihasilkan oleh lingkungan yang menjadi sasaran aktifitas gelombang dan arus, sedangkan sedimen yang *positively skewed* dihasilkan oleh lingkungan dimana aktivitas gelombang sangat kecil.

Hubungan antara Sedimen Terakumulasi, Tersuspensi, Fraksi Sedimen dan Proses Sedimentasi Di Perairan Pantai Dampak

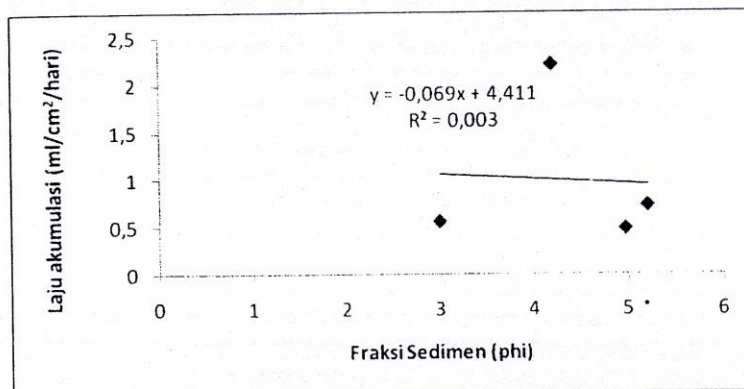
Uji regresi linier sederhana (Gambar 4) menunjukkan hubungan negatif antara laju sedimen terakumulasi dengan sedimen tersuspensi di perairan pantai Dampak (persamaan $Y = -6,846x + 1,848$, $r = -0,418$). Dari hasil uji t dapat diketahui bahwa t hitung lebih kecil dari t tabel, mengindikasikan sedimen tersuspensi tidak berpengaruh nyata terhadap laju sedimen terakumulasi di perairan pantai Dampak.



Gambar 4. Hubungan Laju Sedimen Terakumulasi dengan Sedimen Tersuspensi

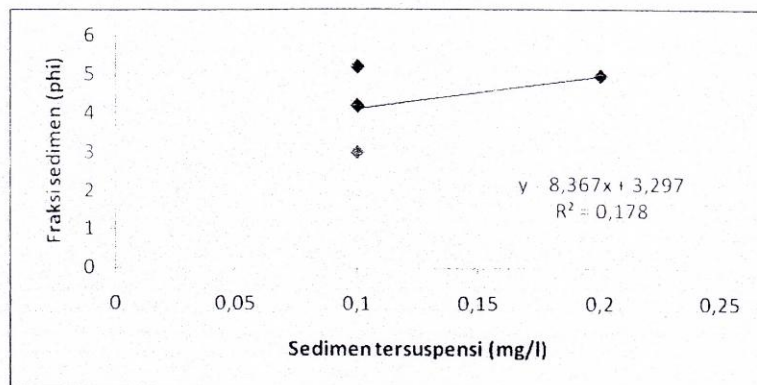
Hubungan Laju Sedimen Terakumulasi dengan Sedimen Tersuspensi memperkuat dugaan bahwa aktivitas antropogenik bukan merupakan faktor yang dominan sebagai sumber material tersuspensi dan kecepatan arus pada wilayah penelitian hanya mampu menahan partikel yang berukuran lebih halus dari lumpur kasar dalam bentuk suspensi, seperti yang dijelaskan sebelumnya.

Pola hubungan yang sama dengan diatas, ditunjukkan oleh hubungan antara Laju Sedimen Terakumulasi dengan Fraksi Sedimen (Gambar 5). Uji regresi linier sederhana menunjukkan bahwa terdapat hubungan negatif antara laju sedimen terakumulasi dengan fraksi sedimen di perairan pantai Dompok dengan persamaan $Y = -0,069x + 4,411$, $r = -0,057$. Hasil uji t menunjukkan fraksi sedimen tidak berpengaruh nyata terhadap sedimen terakumulasi di perairan pantai Dompok. Hal diduga disebabkan oleh sedimen terakumulasi berasal dari padatan tersuspensi di kolom air yang tidak mempunyai kesempatan untuk mengendap di dasar perairan akibat pengaruh arus dan gelombang.



Gambar 5. Hubungan Laju Sedimen Terakumulasi dengan Fraksi Sedimen

Uji regresi linier sederhana (Gambar 6) menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif antara fraksi sedimen dengan sedimen tersuspensi di perairan pantai Dompok dengan persamaan $Y = 8,367x + 3,297$, $r = 0,422$. Hal ini menunjukkan jika sedimen tersuspensi meningkat maka distribusi fraksi sedimen akan bervariasi, karena sedimen tersuspensi berpengaruh terhadap sebaran fraksi sedimen dalam proses sedimentasi. Aktivitas antropogenik juga mempengaruhi sedimen tersuspensi seperti aktivitas pelayaran, industri tambang bauksit, pemukiman dan usaha tambak ikan, memberikan kontribusi terhadap sebaran fraksi sedimen. Hubungan antara aktifitas antropogenik dan suplai sedimen telah dijelaskan diatas



Gambar 6. Hubungan Fraksi Sedimen dengan Sedimen Tersuspensi

Proses sedimentasi di perairan pantai Dompok dipengaruhi secara nyata ($p < 0,05$) oleh aktifitas antropogenik. Hasil uji pada aktifitas antropogenik berupa penambahan bauksit memberikan bahan masukan berupa partikel ke perairan Dompok terutama pada proses pencucian bauksit dilakukan pada instalasi pencucian yang bertujuan untuk meliberasi bijih bauksit terhadap unsur-unsur pengotornya yang pada umumnya berukuran < 2 mm yaitu berupa tanah liat (*clay*) dan pasir kuarsa. Selain itu reklamasi pantai dalam pembangunan jembatan Tanjungpinang-Dompok yang memberikan masukan sedimen ke dalam perairan ini.

KESIMPULAN

Proses pengendapan sedimen di perairan Dompok dipengaruhi oleh aktifitas antropogenik dan proses alamiah. Aktifitas antropogenik memberikan suplai sedimen ke perairan ini mengakibatkan meningkatnya laju akumulasi sedimen dan konsentrasi padatan tersuspensi, dan mempengaruhi sebaran fraksi sedimen. Sedangkan proses alamiah yaitu kecepatan dan pola arus menentukan lamanya partikel tersebut disuspensi dan arah sebaran fraksi sedimen. Dengan demikian proses sedimentasi yang terjadi Perairan Pantai Dompok merupakan proses yang berasal dari akselerasi antara dua sumber tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Riau atas dorongan moril terlaksananya penelitian ini dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam pengambilan sampel lapangan dan analisis laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Bramawanto, R., Rifardi, Ghalib, M. 2000. Karakteristik gelombang dan sedimen di Pelabuhan Stasiun Kelautan Universitas Riau dan sekitarnya, Selat Rupat Pantai Timur Sumatera. *Jour. Perikanan dan Kelautan Univ. Riau*, 13 (13) 25-38
- Bengen, D. G., 2001. Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. 61 halaman.
- Duane, D. B., 1964. Significance of Skewness in Recent Sediment. *Jour. Sed. Pet.*, 34:242-248.
- Fitri, N. A., Rifardi, Hamiry, R., 2009. Konsentrasi Logam Berat (Cd dan Pb) pada Sedimen Permukaan Perairan Teluk Bayur Propinsi Sumatera Barat. *Journal of Environmental Science* 3(5):1-10.

- Gross, M., & Grant, 1993. *Oceanography a View of Earth*. 6th Edition. Prentice-Hall. New Jersey. 191 pp.
- Mc Dowell, D. M. & B. A. O'Connor. 1977. *Hydraulic Behavior of Estuaries*. The Mac Millan Press Ltd. London. 213p
- Ompi, M., I. Effendie, B. Zottoli & Moringka, 1990. Sedimen dan Hubungannya Dengan Komunitas Moluska di Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu, Jakarta. *Jurnal. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor, Bogor* 1 (2): 125-131.
- Rahmansyah, W., dan Rifardi. 2010. Padatan Tersuspensi di Perairan Muara Sungai Rokan Propinsi Riau, Indonesia. *Prosiding Seminar dan Konferensi Nasional Badan Kerjasama Pusat Studi Lingkungan Indonesia, Pekanbaru*
- Rifardi, Oki, K. and Tomiyasu, T., 1998. Sedimentary Environments Based on Textures Surface Sediments and Sedimentation rates in the South Yatsushiro Kai (Sea), Southwest Kyushu, Japan. *Jour. Sedimentol. Soc. Japan*. (48): 67-84.
- Rifardi. 2001. Karakteristik Sediment Daerah Mangrove dan Pantai Perairan Selat Rupat, Pantai Timur Sumatera. *Journal Ilmu Kelautan. Univ. Diponegoro*. 21 (1/1) 62-71.
- Rifardi. 2001. Study on Sedimentology from the Mesjid River Estuary and its Environs in the Rupat Strait, the East Coast of Sumatera Island. *Journal of Coastal Development. Research Institute Diponegoro University*. 4(2)87-97.
- Rifardi. 2006. Studi Muatan Tersuspensi di Perairan Laut Paya Pesisir Pulau Kundur Kabupaten Karimun Propinsi Kepulauan. *Journal Ilmu Kelautan Univ. Riau*. 21(VI):62-71.
- Rifardi. 2008a. *Tekstur Sedimen; Sampling dan Analisis*. Unri Press. Pekanbaru, 101 Hal.
- Rifardi. 2008b. *Ekologi Sedimen Laut Modern*. Unri Press. Pekanbaru. 145 Halaman.
- Rifardi. 2008c. Deposisi Sedimen di Perairan Laut Dangkal. *Ilmu Kelautan* 13(3):147-152
- Rifardi. 2008d. Ukuran Butiran Sedimen Perairan Pantai Dumai Selat Rupat Bagian Timur Sumatera. *Journal of Environmental Science* 3(2):12-21
- Santoso, S., 2003. *Pengolahan Data Statistika dengan SPSS. 12.0*
- Standardisasi Nasional Indonesia, 2008. SNI 3414-2008. Di kunjungi Tanggal 20 Oktober 2009 Jam 12:52 WIB.
- Streeter, V.L. & E.B. Wylie. 1990. *Mekanika Fluida*. Alih Bahasa: A. Priyono. Erlangga, Jakarta, 356 Hal.
- Uktoselya, H., 1992. Beberapa Aspek Fisika Air Laut dan Peranannya Dalam Masalah Pencemaran. *dalam D. H. Kunarso dan Ruyitno (eds). Laporan Seminar Pencemaran Laut. Lembaga Oseanografi Nasional LIPI, Jakarta.* Hal 143-154

