

ANALISIS SEDIMENTASI DI MUARA SUNGAI ROKAN PROVINSI RIAU

Jannata Rahmad Putra^{1)*}, Rifardi²⁾, and Mubarak²⁾

Email : tata_bkl@yahoo.com 085272766107

Diterima : 5 September 2015 Disetujui: 8 Desember 2015

ABSTRACT

The research were conducted in River estuary of Rokan, Riau Province on Mei 2014. Sedimentation analysis were investigated by various method i.e, sedimen grain-size analysis, Total suspended solid analysis, mechanism of particle disseminated, river's sediment transport analysis, longshore sediment transport analysis, coastline chance analysis and absolute sedimentation velocity. The research was aim to explained sedimentation procces covered mechanism of sediment transport and sedimentation rate, and then could be able to gave the solution for preventive study of River estuary of Rokan Sedimetation.

The result of grain-size analysis showed that mean size were dominated by find sand, sorted by poorly sorted. The disseminated of sediment in deep water was tended to very fine skewed dan skin-deep was very coarse skewed. Mechanism of disseminated particle result when tide, find sand sediment was transport as 128,52 m to the south-east in 23,33 minute. On the contrary to the northwest as 88,10 m in 16 minute. Very find sand was transport as 82,59 m to the south-east in 15 minute at tide and on the contrary to the northwest as 67,12 m in 11,27 minute. Total Sediment Transport Formulae showed 137.023 m³/year of sediment transport was occurred, while longshore sediment transport was 33.616.808,53 m³/year at the River estuary of Rokan. The coastline chance showed addition of land at the estuary was 240.096.862,77 m², accretion was 280.492.425,46 m², and abration was 27,935,195.86 m². From sediment total calculation in a year comparing by 60 years accretion showed, the absoluted sedimentation velocity was 0,19 cm/year. It was low, so that concluded the contriction of estuary by accretion..

Keywords : sedimentation, sediment, River estuary of Rokan

PENDAHULUAN

Perairan Muara Sungai Rokan merupakan kawasan perairan di pantai timur Sumatera yang berbatasan langsung dengan Selat Malaka. Disini bermuara Sungai Rokan yang merupakan sungai terbesar di Provinsi Riau, melintas sejauh 350 kilometer dari hulunya di Rokan Hulu hingga ke muaranya di Rokan Hilir. Aktiftas

transportasi yang padat serta pemanfaatan wilayah secara intensif sebagai kawasan permukiman, pusat pemerintahan, pelabuhan, pertambakan, dan industri memberikan tekanan yang besar dan mempengaruhi keberlangsungan sumber daya perairan di kawasan ini.

Seiring dengan semakin intensifnya kegiatan pemanfaatan di muara Sungai Rokan mengakibatkan timbulnya permasalahan baru, yaitu mundurnya garis pantai akibat abrasi, daratan yang terbentuk karena endapan yang menyebabkan majunya

¹⁾ Alumni Pascasarjana Ilmu Kelautan Universitas Riau

²⁾ Staf Pengajar Pascasarjana Ilmu Kelautan Universitas Riau

garis pantai dan pendangkalan akibat sedimentasi. Apabila proses ini terjadi terus menerus tanpa adanya penanganan, maka lambat laun muara akan tertutup sedimen sehingga menghambat aliran sungai dan menaikkan muka air di hulu sungai.

Peta Bagansiapiapi yang dirilis US ARMY tahun 1954, memberikan informasi bahwa proses sedimentasi di sekitar muara Sungai Rokan telah terjadi sejak tahun 1950an. Fakta ini dibuktikan melalui gambaran dasar muara sungai rokan dimana terdapat endapan – endapan pasir di sekitar mulut muara yang diprediksi merupakan hasil sedimentasi. Selain itu, posisi Pulau Berkey yang sekarang terletak di seberang kota Bagansiapiapi, ternyata pada tahun 1954, pulau tersebut belum terbentuk. Fenomena ini menjadi hambatan tersendiri mengingat muara Sungai Rokan merupakan alur lalu lintas kapal nelayan, maka kondisi ini sangat mengganggu bagi aktivitas nelayan. Kegiatan pendaratan maupun pemberangkatan kapal tidak optimal karena kapal tidak bisa masuk ke badan sungai pada waktu surut. Selain itu, sedimentasi yang terjadi juga berdampak terhadap menurunnya potensi perikanan di daerah ini

Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan proses sedimentasi yang terdiri dari mekanisme angkutan sedimen dan kecepatan sedimentasi di muara Sungai Rokan, sehingga dapat memberikan masukan terhadap kajian pencegahan sedimentasi dan membantu pihak – pihak yang terkait dalam mengatasi persoalan sedimentasi di muara Sungai Rokan

KAJIAN PUSTAKA

Muara Sungai

Muara Sungai adalah perairan semi tertutup yang berhubungan bebas dengan laut, sehingga air laut dengan salinitas tinggi dapat bercampur dengan air tawar (Pickard

dalam Hariadi, 2004). Unsur hara daerah estuaria menurut Pramudji (1997) sebagian unsur hara daerah estuaria diperoleh dari air hujan. Pada musim penghujan banyak air hujan mengalir dipermukaan tanah membawa unsur – unsur hara.. Ada 3 faktor dominan yang mempengaruhi muara sungai yaitu gelombang, debit sungai dan pasang surut (Supriyadi, 1996)

Proses Sedimentasi

1. Sedimen

Sedimen adalah partikel – partikel yang berasal dari bahan organik maupun bukan organik yang mengendap secara bebas di dasar laut (Thurman dalam Hariadi, 2004). Skala

WENTWORTH mengklasifikasikan butiran – butiran dalam urutan kategori yang dimulai dari batu besar bundar (*boulders*), batu kerikil besar (*cobbles*), batu kerikil kecil (*pebbles*), butiran pasir (*granules*), pasir (*sands*), endapan (*suits*) dan partikel – partikel tanah liat (*clay size particles*).

2. Ukuran Partikel Sedimen

Berdasarkan diameter butiran, Wentworth dalam Rifardi (2008a) membagi sedimen sebagai berikut ini: *boulders* (batuan) dengan diameter butiran lebih besar dari 256 mm, *gravel* (kerikil) diameter 2 sampai 256 mm, *very coarse sand* (pasir sangat kasar) diameter 1 sampai 2 mm, *coarse sand* (pasir kasar) 0,5 sampai 1 mm, *fine sand* (pasir halus) diameter 0,125 sampai 0,5 mm, *very fine sand* (pasir sangat halus) diameter 0,0625 sampai 0,125 mm, *silt* (lumpur) diameter 0,002 sampai 0,0625 mm, dan *dissolved material* (bahan - bahan terlarut) diameter lebih kecil dari 0,0005 mm.

Mekanisme Sebaran Sedimen

Pengukuran angkutan sedimen pada penelitian adalah mengenai partikel – partikel sedimen yang di angkut dalam bentuk suspensi. Pembahasan terfokus pada

mekanisme sebaran partikel sedimen meliputi jarak, waktu dan muatan angkutan.

1. Kecepatan pengendapan sedimen dihitung dengan menggunakan persamaan Stoke's :

$$V_s = \sqrt{\frac{4g}{3C_D} \left(\frac{\rho_s - \rho}{\rho} \right) d}$$

Atau

$$V_s = \sqrt{\frac{4g}{3C_D} (S_g - 1) d}$$

Dimana S_g = specific gravity , nilai C_D tergantung bilangan reynold

- Bila $N_{Re} < 1$ (laminar), $C_D = 24 / N_{Re}$
- Bila $N_{Re} = 1 - 10^4$ (transisi), $C_D = 24 / N_{Re} + 3 / N_{Re}^{0.5} = 0,34$ atau $C_D = \frac{18,5}{N_{Re}^{0.6}}$
- Bila $N_{Re} > 10^4$ (turbulen), $C_D = 0,4$

Bilangan Reynold dapat dihitung dengan persamaan:

$$N_{Re} = \frac{\rho d V_s}{\mu}$$

Pada kondisi laminar, maka :

$$V_s = \frac{g}{18\nu} (S_g - 1) d^2$$

Atau

$$V_s = \frac{g}{18\mu} (\rho_s - \rho) d^2$$

disebut juga persamaan stoke's

Dimana, :

ν = Viskositas kinematis ($m^2 / detik$)

μ = Viskositas Absolute (N. detik/ m^2)

Pada aliran turbulen, persamaan dapat disederhanakan menjadi :

$$V_s = \sqrt{3.3 g (S_g - 1) d}$$

2. Jarak dan Waktu Pengendapan

Nilai kecepatan pengendapan partikel di atas (V) digunakan untuk

menentukan jarak dan waktu deposisi partikel sedimen dari sumbernya dengan penghitungan sebagai berikut:

$$D = (\sqrt{(Va^2) + (V^2)} \times t)$$

dan $t = d/v$

Keterangan :

D = Jarak pengendapan (m)

Va = kecepatan arus (m/dt)

V = Kecepatan pengendapan partikel (m/dt)

t = waktu pengendapan (dt)

d = kedalaman rata – rata perairan (m)

Angkutan Sedimen dari Sungai

Sedimen yang berada di dalam sungai baik terlarut berada di dasar merupakan hasil dari pelapukan batuan induk yang dipengaruhi oleh iklim. Sebagian dari batuan induk tersebut mengalami pergerakan oleh air permukaan yang mengalir ke sungai – sungai.

Perhitungan transpor sedimen sungai menggunakan metode *Total Sediment Transport Formulae* dengan menghitung *Bed Load Transport* menurut formula Kalinske – Frijlink dan *Suspended Load Transport* menurut Bijker's (Liu, 2001).

$$q_B = 2 d_{50} \sqrt{\frac{\tau_b}{\rho}} \exp \left(\frac{-0,27 (s-1) d_{50} \rho g}{\tau_b} \right)$$

Dimana,

$$\tau'_b = \frac{1}{2} \rho \left(\frac{0.06}{(\log \left(\frac{12 h}{2.50 d_{50}} \right))^2} \right) U^2$$

Dan

$$\tau_b = \frac{1}{2} \rho \left(\frac{0.06}{(\log \left(\frac{12 h}{Hr} \right))^2} \right) U^2$$

$$Q_B = q_B \cdot B$$

Keterangan :

Q_B = Debit angkutan sedimen dasar untuk seluruh lebar sungai

q_B = Angkutan dasar sedimen

d_{50} = diameter rata – rata butiran

s = densitas relative ($\rho_s / \rho = 2,59$ kg/m³)

τ_B = tegangan geser dasar (N/m²)

τ'_b = tegangan geser efektif (N/m²)

ρ = densitas air laut (1025 kg/m³)

ρ_s = densitas sedimen (2650 kg/m³)

ν = viskositas kinematik (10⁻⁶ m²/s)

h = kedalaman perairan

H_r = ketinggian riak, $H_r = 100 d_{50} = 0,02$ m

B = Lebar Sungai

Formula *Suspended Load* Bijker's adalah sebagai berikut:

$$Q_s = 1.83 q_B \left(I_1 \ln \left(\frac{h}{0.033 k_s} \right) + I_2 \right)$$

Dimana I_1 dan I_2 adalah integral Einstein dengan persamaan :

$$I_1 = 0.216 \frac{A^{(z-1)}}{(1-A)^z} \int_A^1 \left(\frac{1-B}{B} \right)^z dB$$

$$I_2 = 0.216 \frac{A^{(z-1)}}{(1-A)^z} \int_A^1 \left(\frac{1-B}{B} \right)^z \ln B dB$$

dimana $A = \frac{k_s}{h}$ $B = \frac{z}{h}$ dan $z = \frac{\omega_s}{\kappa u}$

$k_s = (1-10) d_{50}$ untuk dasar yang datar

$100 d_{50} = H_r$, untuk dasar beriak

$$\omega_s = \sqrt{\frac{\left(\frac{36 \nu}{dn} \right) 2 + 7.5 (s-1) g \frac{dn}{dn}}{2.8}} \frac{36 \nu}{dn}$$

$u = \frac{u}{c} \sqrt{g}$, dimana c adalah Chezy

Koefisien = $18 \log \left(\frac{12}{k_s} \right)$,

Keterangan :

Q_s = Angkutan *Suspended Load*

ω_s = kecepatan jatuh sedimen

U = Kecepatan arus

κ = 0,4 konstanta Van Karman

Dari persamaan menghitung *Bed Load Transport* dan *Suspended Load Transport*, dapat ditentukan total sedimen transport dari suatu sungai dengan persamaan menurut Bijker's :

$$Q_T = Q_B + Q_s$$

Angkutan Sedimen Sepanjang Pantai

Menurut Romdania (2010), transpor sedimen pantai adalah gerak sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus. Terjadinya arus secara garis besar bisa disebabkan oleh tiga faktor, angin gelombang angin yang telah pecah (*breaking waves*), dan pasang surut. Dari ketiga faktor tersebut, yang paling dominan adalah arus yang berasal dari gelombang angin dan pasang surut.

CERC (1984) menyatakan bahwa penggambaran dari laju perpindahan sedimen sepanjang pantai adalah dengan laju perpindahan berat basah (*immersed weight*) I_t yang dihubungkan dengan laju perpindahan volume dalam persamaan sebagai berikut :

$$I_t = (\rho_s - \rho) g (1 - n) Q_t$$

Keterangan :

Q_t = Debit transport sedimen sepanjang pantai (m³/thn)

ρ_s = densitas dari butiran sedimen (kg/m³)

ρ = densitas air laut

n = porositas partikel sedimen

I_t = berat basah

Laju perpindahan sedimen sepanjang pantai potensial, tergantung pada jumlah ketersediaan material litoral dan sebagian besar dihubungkan dengan komponen *longshore* yang disebut energi atau power flux seperti persamaan berikut :

$$P_t = (EC_g)_b \sin \alpha_b \cos \alpha_b$$

Laju perpindahan berat I_t mempunyai satuan yang sama dengan P_t (N/dt), sehingga hubungan persamaan tersebut dapat dituliskan :

$$I_t = K P_t$$

Bila kedua persamaan tersebut disubstitusikan maka akan diperoleh :

$$Q = \frac{K}{(\rho_s - \rho) - (1-n)} P_t$$

Keterangan :

P_t = Komponen fluks energy gelombang sepanjang pantai saat pecah (NM/dt/m)

H_b = tinggi gelombang pecah (m)

α_b = sudut datang gelombang pecah terhadap garis pantai

K = indeks pecah gelombang (0,78 untuk pantai datar meningkat lebih dari 1,0 tergantung kemiringan pantai)

d = kedalaman perairan (m)

Dengan nilai K = 0,39 bila menggunakan gelombang H_s dan K = 0,77 bila menggunakan gelombang H_{rms} .

Total Suspended Solid (TSS)

Effendi (2000) mengatakan bahwa TSS terdiri dari lumpur dan pasir halus serta jasad – jasad renik. Konsentrasi TSS yang terlalu tinggi dapat menghalangi penetrasi cahaya matahari yang masuk ke dalam air, akibatnya mengganggu proses sedimentasi. Penyebab TSS di perairan pantai dan estuari dipengaruhi oleh faktor fisik antara lain angin, curah hujan, gelombang, arus dan pasang surut.

Untuk mengetahui Total Suspended Solid (TSS) maka dilakukan perhitungan dengan rumus:

$$TSS = \frac{(a - b) \times 1000}{c}$$

Dimana :

a = berat kertas saring berisi residu suspensi (mg)

b = Berat Kertas Saring Kosong (mg)

c = Volume Sampel (ml)

Parameter Fisika dan Kimia Perairan

1. Suhu

Suhu di daerah muara biasanya memperlihatkan fluktuasi annual dan diurnal yang lebih besar daripada laut, terutama apabila muara tersebut dangkal dan air yang datang ke perairan muara kontak dengan daerah yang substratnya terekspos (Abida, 2009)

2. Salinitas

Variasi salinitas di daerah muara menentukan kehidupan organisme laut/payau. Hewan yang hidup di perairan payau (salinitas 0,5 – 30 ‰), hipersaline (salinitas 40 – 80 ‰) atau air garam (salinitas >80 ‰), biasanya mempunyai toleransi terhadap kisaran salinitas yang lebih besar dibandingkan dengan organisme yang hidup di air laut atau air tawar.

3. Derajat Keasaman (pH)

Nilai derajat keasaman (pH) suatu perairan mencirikan keseimbangan antara asam dan basa dalam air dan merupakan pengukuran konsentrasi ion hydrogen dalam larutan (Abida, 2009).

4. Arus Sepanjang Pantai

Triatmojo (1999) dalam Hariadi (2004) menyatakan bahwa gelombang yang menjalar menuju pantai membawa aliran air dan momentum dalam arah penjalaran gelombang. Transport massa dan momentum tersebut menimbulkan arus di dekat pantai.

Penginderaan Jauh

Citra penginderaan jauh sangat bermanfaat untuk pemetaan liputan lahan pesisir karena daerah yang sulit dijangkau dengan survei terestrial dapat dipetakan dengan menggunakan citra (Ambarwulan, et al, 2003).

Dengan menggunakan citra, subyektifitas dalam pengukuran obyek bisa ditekan, meskipun dalam proses klasifikasi ketelitiannya juga

masih sangat tergantung pada keahlian, pengalaman maupun pengenalan akan wilayah kajian yang dimiliki oleh interpreter. Semakin baik pengetahuan interpreter mengenai karakteristik citra dan kondisi penutup lahan di wilayah kajian, maka hasil klasifikasi akan semakin teliti.

Perubahan Garis Pantai

Pengukuran perubahan garis pantai pada penelitian adalah untuk mengetahui tingkat perubahan garis pantai akibat akresi dan abrasi yang terjadi di Muara sungai Rokan. Metode yang digunakan adalah pemantauan perubahan garis pantai dengan menggunakan sistem penginderaan jauh yang memanfaatkan program Arcview GIS 3.3. Wibowo (2011) menyatakan dengan menggunakan metode *overlay* pada Arcview GIS 3.3, dapat dilihat bagaimana perubahan garis pantai di suatu lokasi dari tahun ke tahun, termasuk perubahan akibat sedimentasi atau abrasi, dan dapat diketahui luasnya.

Kecepatan Sedimentasi

Kecepatan sedimentasi yang dihitung dalam penelitian adalah kecepatan sedimentasi absolut, yaitu menentukan seberapa tebal sedimen yang mengendap di lokasi penelitian per satuan waktu (m/tahun) dengan dampak fenomena artifisial dalam kurun waktu tertentu sebagai lapisan kunci melalui penggambaran rumus sebagai berikut :

$$\text{Kecepatan Sedimentasi absolut} = \frac{Q}{A}$$

Dimana:

Q = Total Angkutan Sedimen (m³/tahun)

A = Tingkat Akresi (m²)

Analisis Fraksi Sedimen

Pengambilan sampel dengan menggunakan *eckman grab*. Sampel

sedimen yang diambil sebanyak 500 gr berat basah kemudian ambil 150 gram untuk analisis jenis sedimen (Rifardi, 1998). Selanjutnya sampel yang diperoleh disaring kemudian disimpan dalam kantong plastik yang telah diberi label. kemudian dimasukkan ke dalam *ice box* dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.

Prosedur analisis fraksi sedimen dilakukan dengan metode pengayakan basah (Rifardi, 1994). Hasil dari metode pengayakan basah didapatkan diameter rata-rata atau *mean size* (Ø), koefisien *sorting* (δ1), *skewness* (Sk₁), *Kurtosis* (K_G), yang diperoleh dari metode grafik menurut Fork dan Ward dalam Rifardi (2001b). Perhitungan nilai tersebut didapatkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{mean size (Mz)} = \frac{\text{Ø16} + \text{Ø50} + \text{Ø84}}{3}$$

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)

$$\text{Sorting } (\delta 1) = \frac{\text{Ø84} - \text{Ø16}}{4} + \frac{\text{Ø95} - \text{Ø5}}{6,6}$$

Klasifikasi :

- <0,25 : *Very well sorted* (terpilah sangat baik)
- 0,35 – 0,50 : *well sorted* (terpilah baik)
- 0,50 – 0,71 : *moderately well sorted* (terpilah)
- 0,71 – 1,0 : *moderately sorted* (terpilah sedang)

- 1,0 – 2,0 : *poorly sorted* (terpilah buruk)
 >2,0 : *Very poorly sorted* (terpilah sangat buruk)

$$\text{Skewness (Sk}_1\text{)} = \frac{(\Sigma 84 + \Sigma 16 - 2\Sigma 50)}{2(\Sigma 84 - \Sigma 16)} + \frac{(\Sigma 95 + \Sigma 5 - 2\Sigma 50)}{2(\Sigma 95 - \Sigma 5)}$$

Klasifikasi:

- + 1,0 s.d + 0,3 : *Very fine skewed*
 + 0,3 s.d + 0,1 : *fine skewed*
 + 0,1 s.d – 0,1 : *near symmetrical*
 - 0,1 s.d – 0,3 : *coarse skewed*
 > - 0,3 : *Very coarse skewed*

$$\text{Kurtosis (K}_G\text{)} = \frac{\Sigma 95 - \Sigma 5}{2,44(\Sigma 75 - \Sigma 25)}$$

Klasifikasi:

- < 0,67 = *very platycurtic*
 0,67 – 0,90 = *platycurtic*
 0,90 – 1,11 = *mesokurtic*
 1,11 – 1,50 = *leptokurtic*
 1,50 – 3,00 = *Very leptocurtic*
 >3,00 = *extremely leptokurtic*

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat

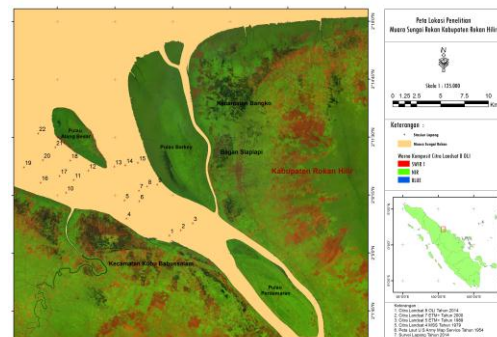
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei tahun 2014 hingga Januari 2015 diawali dengan pengambilan sampel di muara Sungai Rokan, Provinsi Riau. Waktu penelitian tersebut meliputi pengukuran dan pengambilan sampel di lapangan, analisa sampel di laboratorium, analisa data hasil penelitian dan penyusunan laporan penelitian. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Terpadu Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau Pekanbaru.

Lokasi Penelitian

Muara Sungai Rokan merupakan kawasan perairan di pantai timur Sumatera yang berbatasan langsung dengan Selat Malaka. Disini bermuara Sungai Rokan yang merupakan sungai terbesar di Provinsi Riau, melintas sejauh 350 kilometer dari hulunya di Rokan Hulu hingga ke

muaranya di Rokan Hilir. Secara geografis, muara sungai Rokan terletak di Kecamatan Bangko Kabupaten Rokan Hilir. Terletak pada koordinat 1° 14' sampai 2° 45' Lintang Utara dan 100° 17' hingga 101° 21' Bujur Timur. Dengan batas – batas sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Selat Malaka.
- Sebelah Selatan : Pulau Padamaran
- Sebelah Barat : Kecamatan Pasir Limau Kapas, Kubu Babussalam
- Sebelah Timur : Kecamatan Bangko



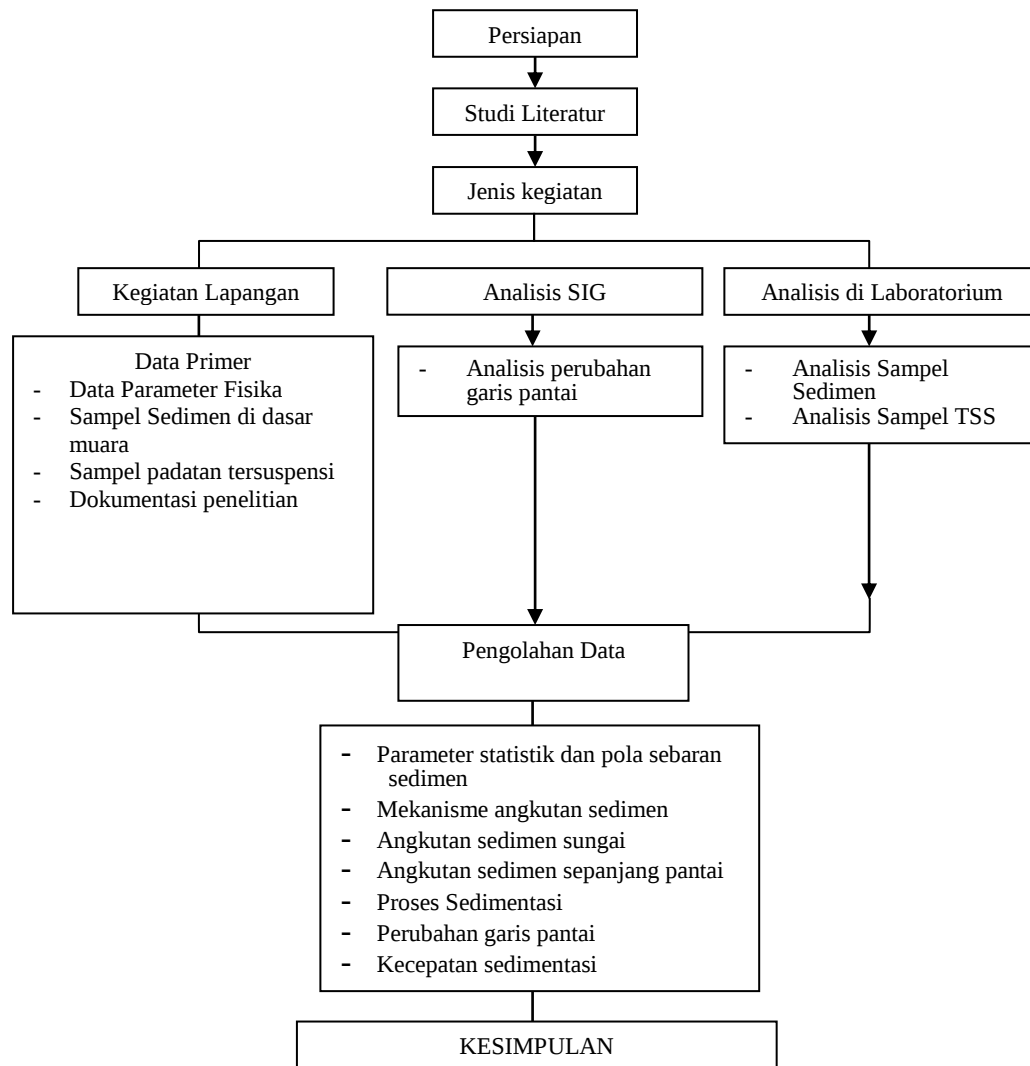
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Langkah Penelitian

Untuk Mencapai tujuan yang diharapkan, maka tahapan yang ditempuh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data primer yang dibutuhkan seperti data parameter fisika, sampel sedimen di dasar muara, sampel padatan tersuspensi dan dokumentasi penelitian.
2. Menganalisa Perubahan garis pantai berdasarkan teknik overlay terhadap peta dasar US ARMY tahun 1954 dengan 4 citra satelit yang diperoleh, masing – masing citra Landsat MMS 1979, Citra Landsat 5 ETM+ 1989, Citra Landsat 7 ETM+ 2000 dan Citra Landsat 8 OLI 2014.
3. Menganalisa sampel sedimen permukaan dan sampel TSS di laboratorium.
4. Menganalisa parameter statistika serta pola sebaran sedimen dan TSS di lokasi penelitian.

5. Menganalisa mekanisme angkutan sedimen meliputi jarak dan waktu deposisi sedimen.
6. Menganalisa angkutan sedimen sungai dengan metode Total Sediment Transport Formulae dengan menghitung Bed Load Transport menurut formula Kalinske – frijlink dan Suspended Load Transport menurut Bijker's. untuk mengetahui kapasitas sedimen yang masuk melalui aliran sungai per tahun.
7. Menganalisa angkutan sedimen sepanjang pantai dengan metode CERC Formula (1984) untuk mengetahui sedimen sepanjang pantai yang masuk ke muara Sungai Rokan.
8. Menghitung kecepatan sedimentasi absolut. Untuk menentukan seberapa tebal sedimen yang mengendap di lokasi penelitian per satuan waktu (m/tahun).
9. Kesimpulan



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Sedimen Permukaan

Fraksi pasir dijumpai di setiap stasiun penelitian dengan 93,17%, persentase terbesar di stasiun 1 (99,68%) dan terendah di stasiun 15 (70,86%). Sementara fraksi lumpur juga ditemui di setiap stasiun penelitian namun dalam persentase kecil, dengan persentase terbesar di stasiun 15 (29,13%) dan terkecil di stasiun 1 (0,319%). Kondisi ini diduga akibat kecepatan arus yang lebih kecil saat surut dibanding saat pasang, selain itu kedalaman perairan stasiun ini yang lebih dangkal (2,6 m) dibandingkan stasiun lain juga menyebabkan fraksi lumpur mengendap.

Parameter Statistika Sedimen

Pola sebaran mean size (Mz) sedimen permukaan menunjukkan kelas pasir halus mendominasi sedimen permukaan yang mengarah ke Selat Malaka, sebaliknya kelas ukuran pasir sangat halus cenderung menyebar di sekitar Pulau Berkey.

Pola sebaran nilai sorting menunjukkan sedimen *moderately well sorted* menyebar pada daerah diantara Pulau Padamaran dan Pulau Alang Besar dengan kelas ukuran sedimen yang ditemui adalah pasir. Hal ini menunjukkan bahwa fraksi pasir yang ditemui di daerah ini memiliki tingkat keseragaman butir atau ukuran besar butir yang sama. Sementara itu, Klasifikasi *poorly sorted* terdapat pada daerah di sebelah barat Pulau Berkey dan sebelah Timur Kubu Babussalam.

Nilai *skewness* (Sk_1) berkisar - 0,11 – 0,58 Ø. Pola sebaran skewness memberikan gambaran bahwa di daerah muara sedimen permukaan cenderung kasar, dan sebaliknya. Hal ini dikarenakan di daerah muara, aliran arus sungai memiliki kecepatan yang relatif besar akan membawa partikel-partikel yang berukuran kasar, namun ketika sampai di muara kecepatan arus mengalami perlambatan sehingga tidak mampu

membawa partikel tersebut menjauh dari muara.

Nilai *Kurtosis* berkisar 0,52 – 2,37. Nilai *kurtosis* pada daerah penelitian memiliki klasifikasi *very platycurtic* artinya mempunyai kurva yang sangat datar menggambarkan sedimen pasir dengan pemilahan sedang, disebabkan oleh kecepatan arus pada daerah ini tidak stabil saat terjadi pengendapan.

Analisis Total Suspended Solid

Total Suspended Solid (TSS) di lokasi penelitian, dimana pada saat pasang, total TSS yang ditemukan rata – rata sebesar 2.669 mg/l dan saat surut rata - rata 1.848 mg/ serta sebagian besar terdapat pada stasiun yang berada dekat dengan garis pantai.

Suplai TSS yang melewati perairan muara Sungai Rokan diduga berasal dari tiga sumber utama yaitu daratan Sumatera melalui Sungai Rokan (penebangan hutan di hulu muara Sungai Rokan), abrasi pantai (termasuk dekomposisi vegetasi pantai) dan perairan Selat Malaka melalui arus pasang.

Mekanisme Angkutan Sedimen

Berdasarkan karakteristik sedimen dasar, perairan muara Sungai Rokan dapat dibedakan menjadi 2 bagian, yaitu daerah yang memanjang menuju Barat Laut sejajar garis pantai Kubu Babussalam hingga perairan antara Pulau Alang Besar (Lokasi A) dan Kubu Babussalam dan daerah yang memanjang menuju Timur Laut sejajar garis pantai Pulau Berkey dan Perairan antara Pulau Berkey dengan Pulau Alang Besar (Lokasi B).

A. Lokasi A dicirikan oleh tipe sedimen pasir (Mz : 2,27 – 3,17 Ø). Sedimen yang masuk diprediksi berasal dari material yang dibawa oleh aliran Sungai Rokan. Selain itu, kejadian abrasi yang terjadi di sepanjang garis pantai Kubu Babussalam juga diduga ikut menyuplai sumber sedimen di lokasi ini. Jarak dan waktu deposisi sedimen dasar,

diketahui saat pasang sedimen pasir dideposisi ke Tenggara sejauh 128,52 meter selama 23,33 menit. Sebaliknya saat surut sedimen dideposisi sejauh 88,10 meter ke Barat Laut selama 16 menit. Arah transpor sedimen tersebut disebabkan oleh pola arus, dimana saat pasang arus mengalir ke arah Tenggara muara sungai Rokan sebaliknya pada saat surut arus mengalir ke arah Barat Laut.

- B. Lokasi B, tipe sedimen pasir dan pasir berlumpur (Mz: 2.2 – 3,7Ø). Sumber sedimen diprediksi berasal dari material yang dibawa aliran Sungai Rokan dan muatan sedimen yang terbawa akibat hempasan gelombang dari Selat Malaka. Saat pasang sedimen dideposisi sejauh 82,59 meter ke Tenggara (sepanjang pesisir Pulau Berkey) Selama 15 menit. Saat surut sedimen yang tergolong pasir sangat halus ini dideposisi ke arah Barat Laut sejauh 67,12 meter selama 11,27 menit.

Arah sedimen yang ditransportasikan dari lokasi A dan B sama - sama mengarah ke arah Tenggara saat pasang dan mengarah ke arah Barat Laut saat surut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terjadi penumpukan sedimen di arah Tenggara, Timur serta Barat Laut muara Sungai Rokan, yakni di daerah Pulau Berkey, Pulau Alang Besar dan Kecamatan Kubu.

Angkutan Sedimen Sungai

Berdasarkan perhitungan angkutan sedimen sungai menggunakan metode *Total Sediment Transport Formulae* dengan menghitung *Bed Load Transport* menurut formula Kalinske – Frijlink dan *Suspended Load Transport* menurut Bijker's didapatkan angkutan sedimen sungai sebesar 137.023 m³/tahun.

Angkutan Sedimen Sepanjang Pantai

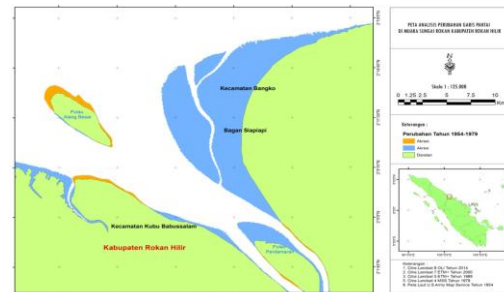
Perhitungan angkutan sedimen menyusur pantai dengan menggunakan rumus – rumus yang memiliki hubungan sederhana antara

transport sedimen dan komponen fluks energi gelombang sepanjang pantai menurut CERC (1984) diperoleh angkutan sedimen sepanjang pantai sebesar 33.479.785,53 m³/tahun.

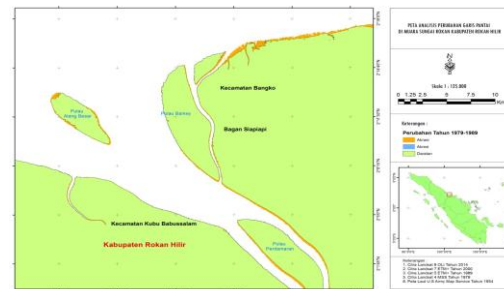
Analisis Perubahan Garis Pantai

Berdasarkan analisis terhadap perubahan garis pantai di kawasan muara Sungai Rokan, diketahui terdapat kejadian abrasi dan akresi yang sangat besar.

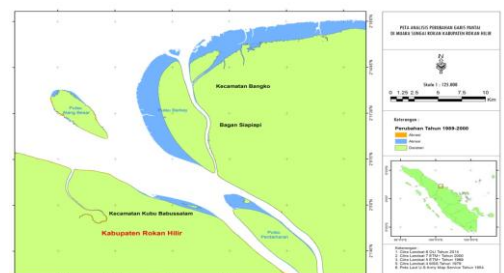
Hasil *overlay* terhadap garis pantai kawasan muara Sungai Rokan dapat di lihat pada Gambar 3, 4, 5 dan 6 berikut ini.



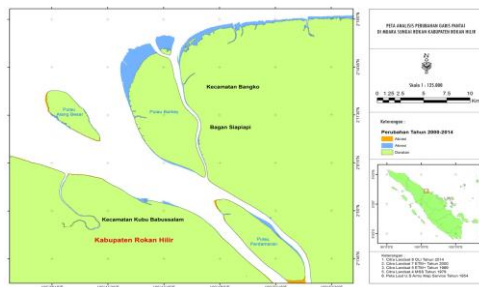
Gambar 3. Overlay Peta Dasar US Army 1954 dengan Peta Citra Landsat MMS 1979 (Peta 1)



Gambar 4. Overlay Peta 1 dengan Peta Citra Landsat 5 ETM+ tahun 1989 (Peta 2)



Gambar 5. Overlay peta 2 dengan Peta Citra Landsat 7 ETM+ tahun 2000 (peta 3)



Gambar 6. overlay peta 3 dengan Peta citra Landsat OLI tahun 2014 (peta 4)

Rentang waktu 60 tahun (1954 – 2014) terjadi Akresi terbesar dengan luasan 6.484.095,08 m²/ tahun. Akresi

ini terjadi pada rentang tahun (1954 – 1979). Pada rentang waktu tersebut, cikal Pulau Berkey mulai muncul serta terjadi penambahan luas daratan Pulau Alang Besar, sepanjang pesisir Kecamatan Kubu Babussalam dan Pulau padamaran. Sementara abrasi terbesar terjadi dengan luasan 1,393,948.76 m²/tahun pada rentang 1979 – 1989, ditemukan di sepanjang pesisir Pulau Alang Besar, pesisir Kecamatan Kubu Babussalam dan sisi kiri Pulau Padamaran.

Tabel 1. Hasil analisis areal perubahan garis pantai kawasan muara sungai Rokan

No	Deret Waktu Monitoring	Jenis Analisis Areal			Rerata Laju Perubahan	
		Luas daratan (m ²)	Akresi (m ²)	Abrasi (m ²)	Rerata Laju Akresi (m ² /Tahun)	Rerata Laju Abrasi (m ² /Tahun)
1	Peta 1 (Peta Dasar US Army 1954 dengan Peta Citra Landsat MMS 1979)	655,804,550.28	162,102,376.89	8,600,916.66	6,484,095.08	344,036.67
2	Peta 2 (Peta 1 dengan Peta Citra Landsat 5 ETM+ tahun 1989)	803,971,935.43	8,838,678.59	13,939,487.58	883,867.86	1,393,948.76
3	Peta 3 (peta 2 dengan Peta Citra Landsat 7 ETM+ tahun 2000)	818,983,863.29	80,207,142.39	2,105,199.41	7,291,558.40	191,381.76
4	Peta 4 (peta 3 dengan Peta citra Landsat OLI tahun 2014)	895,901,413.05	3,289,592.21	29,344,227.59	2,096,016.26	234,970.87

Sumber : Data Primer

Dari hasil analisis perubahan garis pantai, diketahui juga bahwa selang waktu 60 tahun terjadi penambahan luas daratan di kawasan muara Sungai Rokan sebesar 240.096.862,77 m². Jika pada tahun 1954, luas daratan di kawasan muara Sungai Rokan adalah 655.804.550,28 m², maka pada tahun 2014, luas daratannya menjadi 895.901.413,05 m². Hasil analisis ini sebanding dengan perhitungan luas daratan

berdasarkan analisis angkutan sedimen yang masuk dari sungai dan sedimen menyusur pantai selama 60 tahun, yakni 876.960.222,52 m² yang diperoleh melalui perhitungan total angkutan sedimen yang masuk per tahun dibandingkan dengan perubahan kedalaman kurun waktu 60 tahun. Sehingga terbukti bahwa material sedimen dari aliran sungai dan angkutan sedimen sepanjang pantai yang masuk ke kawasan muara

Sungai Rokan 60 tahun terakhir memiliki kontribusi dalam penambahan garis pantai dan pembentukan daratan baru.

Kecepatan Sedimentasi

Berdasarkan hasil perhitungan total akresi selama 60 tahun dan total sedimen yang masuk ke muara Sungai Rokan per tahun, diperoleh rata – rata kecepatan sedimentasi yang terjadi sebesar 0.002 m/tahun atau 0,19 cm/tahun. Nilai kecepatan sedimentasi yang tergolong rendah ini, secara teknis diduga akibat kekuatan aliran arus pasang dan surut yang terjadi di muara Sungai Rokan cukup kuat (rata – rata 0,33 m/s) sehingga kesempatan sedimen mengendap kecil.

Kemudian jika dikaitkan dengan perolehan nilai akresi yang terjadi kurun waktu 60 tahun terakhir, maka diduga kejadian akresi memiliki kontribusi yang besar sehingga menyebabkan terjadinya penyempitan muara Sungai Rokan dan pembentukan daratan baru.

PENUTUP

Dari hasil penelitian dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Karakteristik sedimen, sebaran *mean size* yang didominasi oleh kelas ukuran pasir (*fine sand*), dengan tingkat keseragaman butir yang terpilah buruk (*poorly sorted*). Kecendrungan sebaran sedimen di daerah yang dalam menunjukkan partikel-partikel halus (*very fine skewed*) dan daerah yang dangkal ditempati oleh partikel-partikel yang kasar (*very coarse skewed*).
2. Mekanisme sebaran partikel sedimen meliputi jarak, waktu dan muatan transport diketahui, saat pasang sedimen pasir halus ditransportasikan sumber menuju arah Tenggara sejauh 128,52 meter, Selama 23,33 menit. Saat surut, sedimen dideposisi ke arah Barat Laut sejauh 88,10 selama 16 menit. Kemudian Sedimen pasir sangat halus saat pasang dideposisi sejauh 82,59 meter

menuju Tenggara selama 15 menit. Saat surut, dideposisi mengarah Barat Laut sejauh 67,12 meter selama 11,27 menit. Dari perhitungan menggunakan Metode *Total Sediment Transport Formulae*, angkutan sedimen sungai di muara Sungai Rokan sebesar 137.023 m³/tahun. Sedangkan angkutan sedimen pantai yang dihitung melalui metode fluks energi menurut CERC Formula sebesar 33.616.808,53 m³/tahun.

3. Berdasarkan analisis perubahan garis pantai diketahui total penambahan daratan di kawasan muara Sungai Rokan sebesar 240.096.862,77 m², total akresi sebesar 280.492.425,46 m², dan total abrasi 27,935,195.86 m². Total luas daratan kawasan muara Sungai Rokan tahun 2014 hasil analisis perubahan garis pantai adalah 895.901.413,05 m² sebanding dengan luas daratan hasil perhitungan angkutan sedimen yang masuk yakni 876.960.222,52 m². Sehingga terbukti angkutan sedimen yang berasal dari aliran Sungai Rokan dan angkutan sepanjang pantai berkontribusi membentuk daratan baru di kawasan tersebut.
4. Dari perhitungan total sedimen yang masuk per tahun dibanding total akresi per 60 tahun, diketahui kecepatan sedimentasi absolut sebesar 0,19 cm/tahun. Kecepatan Sedimentasi absolut yang terjadi cukup rendah, sehingga disimpulkan bahwa penyempitan muara Sungai Rokan akibat kejadian akresi.

Berdasarkan hasil penelitian analisis sedimentasi di muara Sungai Rokan yang telah dilakukan, adapun beberapa saran yang dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan kajian sedimentasi di muara Sungai Rokan antara lain:

1. Perlu kajian yang lebih dalam mengenai pengaruh aktivitas manusia, khususnya praktek penambangan pasir yang selama ini terjadi dengan proses akresi

- dan abrasi yang terjadi di muara sungai Rokan.
2. Perlu adanya kajian yang lebih spesifik tentang dugaan Pulau Berkey yang terbentuk melalui proses sedimentasi yang sangat cepat.
 3. Perlu adanya upaya perbaikan dan pencegahan yang terus menerus pada muara Sungai Rokan agar sedimentasi yang terjadi dapat diminimalisir dan kondisi kawasan dapat terjaga sehingga kegiatan masyarakat sekitar muara tidak terganggu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwulan. 2003. *Citra Satelit Landsat Untuk Inventarisasi Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut di Delta Mahakam*. Pusat Survei Sumberdaya Alam Laut. BAKOSURTANAL. Bogor
- Andriyani. 2007. *Dinamika Spasial Perubahan Penggunaan Lahan dan Faktor-Faktor penyebabnya di Kabupaten Serang Provinsi Banten [Tesis]*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Anonim. 2008. <http://id.wikipedia.org/wiki/Laguna> (diakses 1 Desember 2013).
- CERC US Army. 1984. *Coastal Engineering Manual*. Washington DC. USA.
- CERC, 1984. *Shore Protection Manual Volume I*. Washington DC. US Army Corps of Engineering.
- DKP Kabupaten Rohil. 2012. *Produksi Perikanan Rokan Hilir*. (on-line) <http://rokanhilir.go.id/>, dikunjungi 23 Januari 2015 Pukul 19.32 WIB.
- Effendi, I., 1999. *Pengantar Mikrobiologi Laut*. UNRI Press. Pekanbaru.
- Eko Pradjoko. 2007. Proses Sedimentasi di Pelabuhan ASDP Kanyangan Lombok Timur, NTB. *Jurnal*. Volume 8 No.1.
- Feirani Vironita. 2012. *Analisis Stabilitas Penyumbatan Muara Akibat Fenomena Gelombang, Pasang Surut, Aliran Sungai dan Pola Pergerakan Sedimen Pada Muara Sungai Bang Kabupaten Malang*. Tesis. Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Malang.
- Happy Indarto Supriyadi. 1996. Mengenal Sedimen Laut. *Jurnal Lonawarta*. Vol XIX : 55-65.
- Hariadi, 2004. *Studi Sedimentasi dan Pemanfaatan Sedimen Pantai Rebon Kabupaten Batang*. Thesis. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro. Semarang.
- Helfinalis. 2001. Endapan Sedimen dan Sebaran Sedimen di Perairan Selat Malaka. Bidang Dinamika Laut Puslit Oseanografi. LIPI. Jakarta.
- Helfinalis, 2011. Padatan Tersuspensi Total di Perairan Selat Flores Boleng Alor dan Selatan Pulau Adonara Lembata Pantar. *Jurnal Ilmu Kelautan*. Vol 17 : 148 – 153.
- <http://www.vourriau.com>. *Strateais di Pusat Sumatera dan Melayu* (on-line). Dikunjungi 24 Januari 2015, pukul 20.00 WIB.
- Kompasonline. 1998. *Merisaukan, Kondisi Perairan Sumatera* (on-line). <mailto:owner-indonesia-p@indopubs.com> diakses 5 januari 2015 pukul 20.03 WIB
- Liu, Zhou, 2001. *Sedimen Transport*. Laboratory For Hydraulic og

- Havnebying. Instituttet For Vand, Jord og Miljøteknik Aslborg Universittet.
- Nandan Sanjaya. 1996. Studi Pengamatan Pola Pergerakan Sedimen dan Perubahan Garis Pantai di Sebelah Timur Teluk Jakarta Menggunakan Citra Landsat – TM. Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan. IPB Bogor.
- Nurdin.1998. *Selat Malaka Over Fishing* (on-line). <http://groups.yahoo.com/group/iasaml/message/372>. dikunjungi tanggal 26 Januari 2014 pukul 20.00 WIB
- Persulesy dan Pramudji. 1997. Karakteristik Nutrien Sedimen di Padang Lamun Tropis : Suatu Perbandingan Antara Sedimen Berjenis Karbonat dengan Silikat di Perairan Pelita Jaya, Seram Barat. *Seminar Kelautan LIPI – UNHAS* : 321 – 327.
- Poppy Haryani. 2011. Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan dan Perubahan Garis Pantai di DAS Cipunagara dan Sekitarnya, Jawa Barat. Fakultas Pertanian. IPB Bogor.
- Rifardi, 2008. *Tekstur Sedimen Sampling dan Analisis*. Unri Press. Pekanbaru.
- Rifardi. 2011. Lingkungan Pengendapan Perairan Selatan Estuaria Bagan dan Sekitarnya Pantai Timur Sumatera Indonesia. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. PPS Ilmu Lingkungan Universitas Riau.
- Rifardi, 2012. *Ekologi Sedimen Laut Modern*. Unri Press. Pekanbaru.
- Setiawan. 2011. Analisa Tegangan Geser Dasar dan Total Angkutan Sedimen pada Gelombang Simetris. *Jurnal. Jurusan Teknik Kelautan*.
- Siswanto, A.D., W.A. Pratikto & Suntoyo. 2010. Analisa Garis Pantai di Kabupaten Bangkalan. *Prosiding. Seminar Nasional Pascasarjana XI.ITS*. Surabaya.
- Siswanto, 2011. Kajian Sebaran Substrat Sedimen Permukaan Dasar di Perairan Pantai Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Embryo*, Vol. 8 No.1.
- Sitanala Arsyad. 2010. *Konservasi Air dan Tanah*. IPB Press. Bogor. Indonesia.
- Sunardi Widjodjo, 2010. *Transportasi Sedimen Oleh Kombinasi Alian Permanen Beraturan dan Gelombang Seragam*. Media Teknik Sipil; Volume X, 2012.
- Wahyuni Indah Abida. 2009. Hidrodinamika Fisika Kimia Perairan Muara Sungai Porong Sidoarjo. *Seminar Nasional Teori dan Aplikasi Teknologi Kelautan*: 31 – 36
- www.lib.utexas.edu/maps/ams/indonesias. *US Army Maps Service* (on-line). 1954. Dikunjungi 25 Januari 2014 pukul 15.00 WIB.
- Yuda Arie Wibowo. 2011. Studi Perubahan Garis Pantai di Muara sungai Porong. *Jurnal. Universitas Hangtuah* Surabaya.
- Yuda Romdania. 2010. Analisis Kasus Sedimentasi di Tiga Titik Kawasan Water Front City. *Jurnal Rekayasa*. Vol 14:1