

Volume : 2, No. 5, Januari 2010

ISSN 1979-0090

*Jurnal Ilmiah*

**M T G**

**MAGISTER TEKNIK GEOLOGI**

Identifikasi Bahan Galian Dalam Metode Eksplorasi Awal  
*Firdaus Maskuri*

Penelitian Awal Gunung Api Purba di Daerah Manggarai Barat,  
Flores, Nusa Tenggara Timur, Indonesia  
*Hill. Gendoet Hartono*

Gas Methane Batubara di Formasi Wahau  
Berdasarkan Data Proksimat dan Maserat,  
Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur  
*Sugeng*

Interpretasi Analisa Citra Satelit Potensi Nikel  
Pulau Waigeo, Kabupaten Raja Ampat, Propinsi Irian Jaya Barat  
*Safitri Dwi Wulandari*

Estimasi Bentuk Dasar Sungai  
Berdasarkan Analisa Besar Butir Sedimen  
di Modified Aikwa Deposition Area (ModADA) Timika, Papua  
*Budhi Setiawan, Edy Sutrisno, Merri Jayanti*

Tsunami Aceh in Relationships  
to Tectonic South-Globe Frame Works  
*Agus Sutiyo*

Mineralisasi Emas dan Mineral Pengikutnya  
di Daerah Nirmala, Bogor, Jawa Barat  
*Heru Sigit Purwanto*

Karakteristik Reservoir Lapisan "X" Lapangan "NUR"  
Formasi Muaraenim, Cekungan Sumatera Selatan  
Desa Mangunjaya, Kec. Babat Tomang, Kab. Musi Banyuasin  
Sumatera Selatan  
*Nur Arief Nugroho*

Pembentukan Reservoir daerah karst Pegunungan Sewu,  
Pegunungan Selatan Jawa  
*Salamin Sa'id*

## DAFTAR ISI

Identifikasi Bahan Galian Dalam Metode Eksplorasi Awal <i>Firdaus Maskuri</i>	1
Penelitian Awal Gunung Api Purba di Daerah Manggarai Barat, Flores, Nusa Tenggara Timur, Indonesia <i>Hill, Gendoet Hartono</i>	11
Gas Methane Batubara di Formasi Wahau Berdasarkan Data Proksimat dan Maseral, Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur <i>Sugeng</i>	25
Interpretasi Analisa Citra Satelit Potensi Nikel Pulau Waigeo, Kabupaten Raja Ampat, Propinsi Irian Jaya Barat <i>Safitri Dwi Wulandari</i>	37
Estimasi Bentuk Dasar Sungai Berdasarkan Analisa Besar Butir Sedimen di Modified Ajkwa Deposition Area (ModADA) Timika, Papua <i>Budhi Setiawan, Edy Sutriyono, Merri Jayanti</i>	44
Tsunami Aceh in Relationships to Tectonic South Globe Frame Works <i>Agus Sutono</i>	59
Mineralisasi Emas dan Mineral Pengikutnya di Daerah Nirmala, Bogor, Jawa Barat <i>Herru Sigit Purwanto</i>	74
Karakteristik Reservoir Lapisan "X" Lapangan "NUR" Formasi Muaraenim Cekungan Sumatera Selatan Desa Mangunjaya Kec. Babat Tomang Kab. Musi Banyuasin Sumatera Selatan <i>Nur Arief Nugroho</i>	85
Pembentukan Reservoir daerah karst Pegunungan Sewu, Pegunungan Selatan Jawa <i>Salatin Said</i>	95

## ESTIMASI BENTUK DASAR SUNGAI BERDASARKAN ANALISA BESAR BUTIR SEDIMEN DI MODIFIED AJKWA DEPOSITION AREA (MODADA) TIMIKA, PAPUA

Oleh:

Budhi Setiawan<sup>1)</sup>, Edy Sutiryo<sup>2)</sup>, Merri Jayanti<sup>3)</sup>

- 1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
- 2) Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
- 3) Alumni Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

### ABSTRACT

Tailing is one of waste types produced by mining activity at PT. Freeport Indonesia (PTFI), and it is also called as sirsat, which is the representing abbreviation from sand in mining. The sirsat is placed at ModADA (Modified Ajkwa Deposition Area), an area that has been modified and managed for sirsat deposits. This area is about 235 square kilometres, which is bounded from the surrounding region by West Levee and East Levee. The system used by utilizing the river flow to carry the tailing from the mountain to the deposition area in ModADA.

The river flow along the channel contains eroded materials which are correlated with the friction factor, velocity of sedimentation, and geometric configuration showing the bed river morphology. Grain size is a factor influencing the bed river morphology which is used as parameter in this study. The measurement and accumulation of sirsat grains have been conducted since 1997 up to now, and at the same time construction of river cross sections are then highlighted for lowland in ModADA has also been made. These parameters are then utilized for analysis by using statistical approach such as mean, variance, and standard deviation. Estimation of the bed river morphology is carried out by analysing the characteristics of channel base form on the basis of the D50 sediment grain sizes. The estimation of the bed river morphology may be used to predict sedimentation pattern of the river flow in Ajkwa lowland in Timika, Papua.

Keywords: ModADA, Grain Size, Bedriver, Sedimentation

### ABSTRAK

Tailing adalah satu jenis limbah yang dihasilkan oleh kegiatan penambangan di PT. Freeport Indonesia (PTFI) dan sering disebut sirsat yang merupakan singkatan dari pasir sisa tambang. Sirsat ini ditempatkan di ModADA (Modified Ajkwa Deposition Area), yaitu daerah yang direkayasa dan dikelola untuk pengendalian sirsat, dengan luas sekitar 235 kilometer persegi, yang dibatasi oleh West Levee (tanggul barat) dan East Levee (tanggul timur). Sistem yang digunakan adalah memanfaatkan aliran sungai untuk mengaitkan tailing dari daerah pegunungan menuju lokasi pengendalian di ModADA tersebut.

Aliran di sepanjang sungai terdiri dari material hasil erosi yang memiliki hubungan erat dengan faktor gesekan, laju sedimentasi dan konfigurasi geometri yang diasumsikan sebagai bentuk permukaan dasar sungai. Butiran sedimen sebagai salah satu faktor yang berpengaruh dalam membentuk dasar sungai adalah parameter yang digunakan dalam studi ini. Pengukuran dan pengumpulan butir sedimen (grain size) sirsat ini telah dilakukan sejak tahun 1997 sampai sekarang dan dilakukan bersamaan dengan pengukuran penampang melintang sungai dari hulu ke hilir di ModADA. Parameter tersebut dianalisa dengan menggunakan pendekatan statistik seperti mean, varian dan standar deviasi. Estimasi bentuk dasar saluran ini dilakukan dengan analisa karakteristik bentuk dasar saluran berdasarkan butiran sedimen D50. Hasil estimasi bentuk dasar sungai ini dapat digunakan untuk prediksi pola sedimentasi sepanjang aliran sungai pada Dataran Rendah Ajkwa Timika, Papua.

Kata-kata kunci : ModADA, Besar Butiran Sedimen, Bentuk Dasar Sungai, Sedimentasi

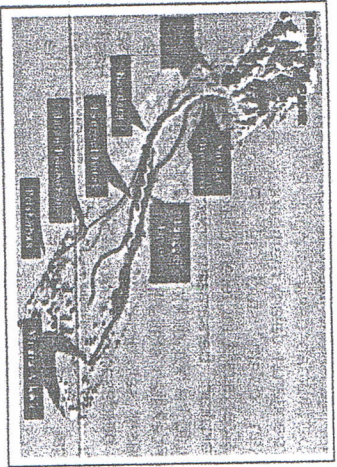
### 1. PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Sejak PT Freeport Indonesia (PTFI) melakukan penambangan hingga sekarang, telah jutaan ton tailing dibuang, mulai dari 7.275 ton/hari pada tahun 1973, meningkat menjadi 31.040 ton/hari pada tahun 1988 dan saat ini mencapai 223.100 ton/hari. Tailing ini ditempatkan pada ModADA (Modified Ajkwa Deposition Area), yaitu daerah yang direkayasa dan dikelola untuk pengendalian dan pengendalian tailing. Luas ModADA sekitar 235 kilometer persegi, yang dibatasi oleh West Levee (tanggul barat) dan East Levee (tanggul timur). Sistem yang digunakan adalah memanfaatkan aliran sungai untuk mengalirkan tailing dari daerah pegunungan menuju lokasi pengendalian di ModADA tersebut (Gambar 1).

Sungai yang digunakan untuk mengangkut tailing pada dasarnya sudah membentuk salah satu pusat pengendalian sedimen (depocenter) terbesar di Papua. Akibat curah hujan tinggi yang terjadi di daerah dataran tinggi, daya kiris yang terjadi ketika air sungai mengalir dari ketinggian ribuan kaki pada jarak yang pendek menunjukkan kenyataan bahwa medan tertinggi di Indonesia ini terkuras karenanya.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan alternatif pemecahan untuk mengantisipasi bahaya terhadap dampak lingkungan sekitar sungai. Salah satunya adalah dengan pembangunan struktur-struktur penahan lateral atau tanggul pada ModADA ini. Tanggul-tanggul tersebut akan ditinggikan terus menerus untuk meningkatkan sistem pengelolaan dan kapasitas kemampuan tailing, termasuk melakukan inspeksi, pemantauan dan pekerjaaan fisik. Dalam perencanaan desain peninggian tanggul-tanggul dan kapasitas kemampuan tersebut, ada beberapa faktor dan aspek penting yang harus ditinjau. Salah satunya dibutuhkan prediksi terhadap pola sedimentasi pada ModADA tersebut.



Gambar 1. Lokasi ModADA (sumber: Proceeding Pamaparan Hasil Kegiatan Lapangan dan Non Lapangan Tahun 2007, Pusat Sumber Daya Geologi, Papua)

Aliran di sepanjang sungai terdiri dari material hasil erosi alamiah yang memiliki hubungan erat dengan faktor gesekan, laju sedimentasi dan konfigurasi geometri yang diasumsikan sebagai bentuk permukaan dasar sungai. Hal tersebut akan memberikan pola sedimentasi sepanjang aliran sungai yang dimaksud. Salah satu faktor yang mengontrol dan mempengaruhi pola sedimentasi tersebut adalah bentuk dasar sungai yang menjadi fokus utama dalam studi ini.

**1.2. Tujuan dan Manfaat**

Tujuan dari studi ini adalah mengestimasi bentuk dasar sungai dalam rangka menentukan pola sedimentasi ModADA terhadap kajian perubahan lingkungan fisik yang terjadi di dataran rendah Ajkwa. Hasil kajian awal ini, pada akhirnya diharapkan dapat memberikan manfaat dalam pengelolaan tailing di ModADA melalui perencanaan tanggul dan manajemen gabion sebagai alternatif pencegahan perluasan dampak tailing.

**2. TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1. Definisi Sedimen**

Sedimen merupakan material lepas yang mempunyai bentuk dan ukuran yang bervariasi dan terbentuk oleh proses fisika dan kimia pada batuan. Partikel yang terlepas dari batuan kemudian bergerak akibat terdawa arus, angin, gravitasi, gelombang dan sebagainya, dimana jika terdawa air disebut fluvial atau angkutan sedimen (*sediment transport*).

Angkutan sedimen adalah perpindahan tempat dan bahan sedimen granuler (non kohesif) pada air yang sedang mengalir dan bergerak searah aliran itu sendiri. Berdasarkan pergerakan material dasar yang ada di sungai terdapat 3 (tiga) jenis angkutan sedimen yaitu :

1. Angkutan sedimen dasar (*bed load transport*)
2. Angkutan sedimen loncat (*saltation load transport*)
3. Angkutan sedimen Layang (*suspended load transport*)

**2.2. Sifat Sedimen**

Dalam proses angkutan sedimen tidak hanya tergantung pada sifat aliran saja tetapi juga tergantung pada sifat sedimen itu sendiri. Sifat yang ada dalam proses sedimentasi terdiri dari sifat partikelnya dan sifat sedimen secara menyeluruh. Sifat-sifat yang berguna untuk kelanjutan perhitungan angkutan sedimen adalah:

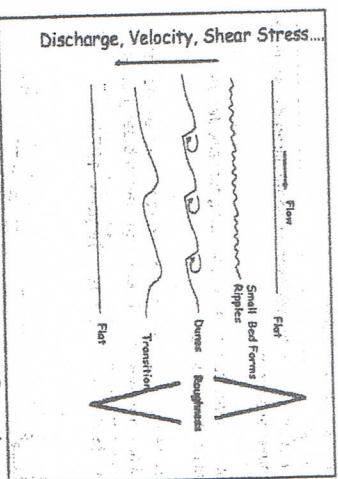
- a. Ukuran butiran sedimen (grain size)
- b. Rapat massa
- c. Porositas
- d. Bentuk butiran (shape)
- e. Kecepatan jatuh

**2.3. Bentuk Dasar Sungai**

Bentuk dasar saluran adalah konfigurasi yang ditemukan pada dasar sungai sebagai hasil dari kumpulan ukuran partikel yang tidak teratur. Beberapa istilah juga digunakan yaitu geometri dasar, kekasaran bentuk dasar, bentuk dasar, rezim aliran, fase dasar, bentuk dasar dan bentuk material dasar.

Jika material dasar sungai bergerak pada satu kondisi debit tetapi dengan debit yang kecil, maka konfigurasi dasar pada kondisi tersebut merupakan jejak dari pergerakan yang dipindahkan. Bentuk dasar yang nampak merupakan hasil dari pergerakan sebelumnya. Setelah pergerakan tersebut, maka bentuk dasar yang dihasilkan merupakan hal yang berhubungan dengan resistensi terhadap aliran yang dipengaruhi oleh bervariasinya konfigurasi dasar dan geometri saluran (Gambar 2). Bentuk-bentuk dasar sungai tersebut adalah:

1. Plane bed
2. Ripples
3. Bars
4. Dunes
5. Transisi
6. Antidunes
7. Chutes and pools



Gambar 2. Bentuk-bentuk Dasar Sungai (Sumber: Shimizu, 2009)

Tabel 1. Perubahan Resistensi Aliran Akibat Kekasaran Dasar Saluran Sebagai Akibat Kenaikan Nilai Satu Parameter

Parameter	Plane	Ripple	Dunes	Antidune	Chute & Ripple
$C/\sqrt{g}$	15-23	6-7-12	8-12-15	10-20	0-16
n	0,012-0,016	0,018-0,035	0,018-0,035	0,012-0,028	0,015-0,031
Kedalaman	Merurun	Merurun	Menaik, D50 > 0,3 mm Merurun, D50 < 0,3 mm	Menaik terbatasi Merurun	Tidak diketahui
Kemiringan	Tidak berubah	Menaik, dangkal Tidak berubah, dalam	Menaik, w > 0,2 fps Menaik, w < 0,2 fps Merurun, w < 0,2	Menaik	Tidak diketahui
Kecepatan jatuh	Menaik	Tidak berubah	Tidak berubah	Menaik	Tidak diketahui

(sumber: Simon dan Senturk, 1977)

Tabel 2. Karakteristik aliran pada dasar ripple

No	Karakteristik Aliran pada Dasar Ripple
1.	D50 < 0.0006 m
2.	Permukaan air: mendatar
3.	Sedimen umumnya dipindahkan sebagai aliran dasar, tidak ada material suspensi
4.	Resistensi terhadap aliran berbanding terbalik dengan kekuatan aliran sungai
5.	Bentuk geometri adalah segitiga dengan orientasi normal terhadap aliran atau berdimensi tiga dalam bidang datar

(sumber: Simon dan Senturk, 1977)

Tabel 3. Karakteristik aliran pada dasar dunes

No	Karakteristik Aliran pada Dasar Dunes
1.	0,6 < D50 < 0,15 mm
2.	Permukaan air: tidak merata
3.	Material umumnya suspensi
4.	Untuk D50 > 0,3 mm resistensi terhadap aliran adalah berbanding lurus dengan aliran sungai Untuk D50 < 0,3 mm resistensi terhadap aliran adalah berbanding terbalik Untuk D50 > 0,6 mm resistensi terhadap aliran berbanding terbalik
5.	$8 < \frac{C}{\sqrt{g}} < 12-15$
6.	Bentuk geometri dunes adalah tiga-dimensi

(sumber: Simon dan Senturk, 1977)

2.4. Variabilitas Sedimentasi

Parameter sedimen dalam suatu aliran sungai dapat dinyatakan dalam mean, varian, standar deviasi, variogram dan auto korelasi.

2.4.1 Nilai Rata-rata (Mean)

Mean merupakan nilai rata-rata atau merupakan nilai pusat terhadap sejumlah variabel menerus. Penentuan nilainya dapat dikalkulasikan sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \dots \dots \dots \text{(Pers.2.1)}$$

Selain itu, untuk perhitungan data statistik berdasarkan ukuran pemusatan diuraikan sebagai berikut:

a. Rata-rata hitung (Average)

Untuk menentukan nilai rata-rata hitung, dapat digunakan rumus berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum f \cdot x}{\sum f} \dots \dots \dots \text{(Pers.2.2)}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum f \cdot d}{\sum f} \dots \dots \dots \text{(Pers.2.3)}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum f \cdot h}{\sum f} \dots \dots \dots \text{(Pers.2.4)}$$

**b. Nilai Tengah (Median)**

Rumus Nilai tengah:

$$\bar{x} = \frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i} \quad \text{.....(Pers.2.5)}$$

**c. Modus**

Rumus Modus (Mo) :

$$(Mo) = L + \left( \frac{d_1}{d_1 + d_2} \right) c \quad \text{.....(Pers.2.6)}$$

**d. Kuartil**

- Rumus Kuartil Bawah (Q<sub>1</sub>) :

$$(Q_1) = L_1 + \left( \frac{\frac{1}{4}N - (\sum f)_1}{f_1} \right) c \quad \text{.....(Pers.2.7)}$$

- Rumus Kuartil Atas (Q<sub>3</sub>) :

$$(Q_3) = L_3 + \left( \frac{\frac{3}{4}N - (\sum f)_3}{f_3} \right) c \quad \text{.....(Pers.2.8)}$$

dimana,

N =  $\sum f$  (jumlah seluruh frekuensi/data)

x<sub>0</sub> = Rata-rata sementara yang diambil pada frekuensi yang terletak di tengah atau pada frekuensi terbesar.

d = simpangan =  $|x - x_d|$

c = lebar / panjang kelas

L<sub>2</sub> = tepi bawah kelas yang memuat median

( $\sum f$ )<sub>2</sub> = frekuensi sebelum kelas median

f<sub>2</sub> = frekuensi kelas yang memuat median

L = tepi bawah kelas modus

d<sub>1</sub> = selisih frekuensi kelas modus dengan kelas sebelumnya

d<sub>2</sub> = selisih frekuensi kelas modus dengan kelas sesudahnya

$\bar{x}$  = nilai rata-rata

**2.4.2. Varian**

Varian sebagai penentu nilai terhadap suatu populasi yang disimbolkan dengan s<sup>2</sup>, yang dinyatakan dengan:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad \text{.....(Pers.2.9)}$$

Dimana x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, ..., x<sub>n</sub> adalah n jumlah sampel observasi dan x adalah mean (nilai rata-rata).

**2.4.3. Standar Deviasi**

Standar deviasi merupakan satuan ukuran yang paling umum digunakan dalam pembatasan dalam kajian data observasi. Standar deviasi merupakan akar kuadrat dari nilai varian.

**2.4.4. Variogram**

Suatu fungsi, V(u) terhadap suatu kumpulan data(series) (X<sub>i</sub>) diuraikan sebagai berikut:

$$V(u) = E \left[ \frac{1}{2} \{x_i - x_{i-u}\}^2 \right] \quad \text{.....(Pers.2.10)}$$

Variogram merupakan alternatif penjabaran terhadap fungsi autokovarian dari data yang kemungkinan memiliki nilai tertentu ketika data yang dikaji terletak pada nilai yang tak beraturan.

**2.4.5. Autokorelasi (Autocorrelation)**

Autokorelasi merupakan suatu hubungan keterkaitan dalam variabel observasi pada suatu satuan data tertentu, biasanya dinyatakan sebagai suatu fungsi yang lebih disederhanakan diantara suatu observasi. Autokorelasi digunakan untuk menyatakan hubungan antara suatu nilai dengan rentang yang berbeda-beda dalam suatu data spasial (*spatial autocorrelation*). Autokorelasi dinyatakan dengan fungsi k,  $\gamma(k)$ , dan didefinisikan secara matematis, sebagai berikut:

$$\gamma(k) = \frac{E(X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu)}{E(X_t - \mu)^2} \quad \text{.....(Pers.2.11)}$$

Dimana, nilai X<sub>t</sub>, t = 0, ±1, ±2, ... dinyatakan sebagai nilai setiap data (series) dan  $\mu$  adalah nilai rata-rata dari data (series). E dianggap sebagai nilai yang diharapkan. Hubungan dalam suatu persamaan statistik, dinyatakan sebagai berikut:

$$\gamma(k) = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} (x_i - \bar{x})(x_{i+k} - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{.....(Pers.2.12)}$$

Dimana nilai  $\bar{x}$  adalah nilai rata-rata data yang diobservasi, x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, ..., x<sub>n</sub>, suatu variabel nilai sampel autocorrelation yang berlawanan terhadap leju disebut sebagai fungsi autokorelasi atau correlogram dan ini merupakan suatu alat dasar analisa terhadap suatu pemodelan yang sesuai.

**2.4.6. T-test**

T-test merupakan suatu jenis pengujian yang signifikan yang dilakukan untuk memprediksi hipotesis tentang populasi tertentu. Ini adalah suatu versi yang digunakan pada situasi tertentu untuk menguji apakah nilai rata-rata (mean) terhadap suatu populasi/data mempunyai nilai tertentu. Hal ini umumnya dikenal sebagai suatu sampel pada jenis T-test tunggal. Ada juga jenis versi lain yang dirancang dan digunakan untuk menguji persamaan terhadap nilai rata-rata dan dua jenis populasi. Ketika ada suatu sampel tak tentu tersedia dari masing-masing populasi data. Hal ini dikenal dengan istilah sampel T-test independen dan uji statistiknya adalah sebagai berikut:

$$f = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \dots \dots \dots \text{(Pers. 2.13)}$$

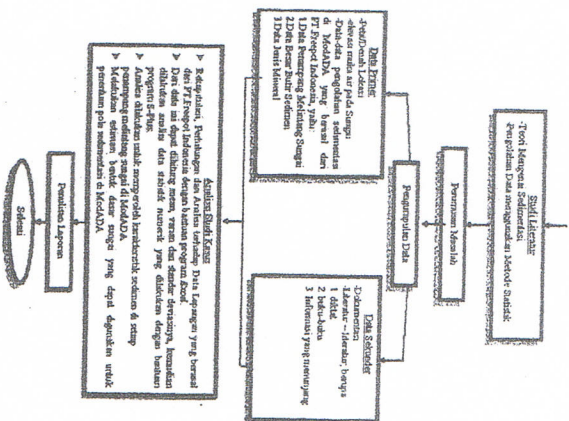
Dimana nilai  $x_1$  dan  $x_2$  merupakan nilai rata-rata terhadap ukuran sampel  $n_1$  dan  $n_2$  yang diambil dari masing-masing populasi dan  $s^2$  adalah suatu perkiraan yang diasumsikan sebagai perbedaan umum yang dikenal dengan:

$$s^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \dots \dots \dots \text{(Pers. 2.14)}$$

**2.4.7. Program S-Plus**

S-Plus adalah suatu bahasa pemrograman dengan desain statistik dan grafis yang dapat digunakan untuk melakukan analisa statistik, baik yang standar maupun tidak standar agar terdapat suatu penyederhanaan. S-Plus menggunakan suatu jenis rumusan, yang dinyatakan sebagai hubungan antara variabel yang diamati dengan cara lebih sederhana. Sebagai bahasa modeling dalam statistik, pengaturan data S-Plus sangat bermanfaat, lebih sederhana, memiliki variasi teknik modeling yang modern dan klasik. S-Plus ini digunakan juga untuk menguji data, memilih suatu model, dan mempertunjukkan dan meringkas model yang dicoba.

**3. METODOLOGI**



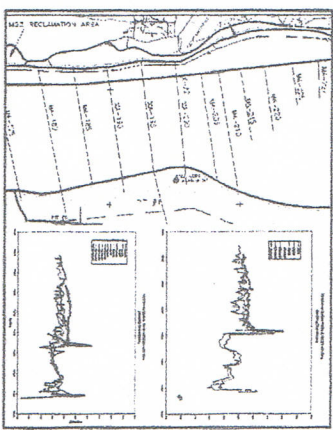
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

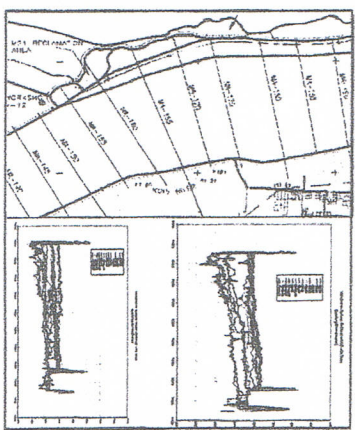
Pada kajian awal Pola Sedimentasi Modified Ajkwa Depositional Area (ModADA) berdasarkan Grain Size ini digunakan hasil pengolahan data besar butir sedimen di ModADA yang diperoleh dari PTFI sejak tahun 1997 hingga sekarang. Data yang telah didapatkan dari laporan dan dokumentasi PTFI ini kemudian diolah dengan menggunakan analisa statistik yaitu mean, varian dan standar deviasi, kemudian dilakukan analisa variogram dan auto korelasi dengan menggunakan perangkat lunak Excel dan S-Plus. Analisa ini dilakukan agar dapat diperoleh karakteristik sedimen yang terdapat di setiap titik sampel sehingga dapat ditentukan estimasi bentuk dasar sungai yang dapat digunakan untuk prediksi pola sedimentasi di ModADA.

**4.1. Pengambilan sampel dan penampang melintang pada sungai**

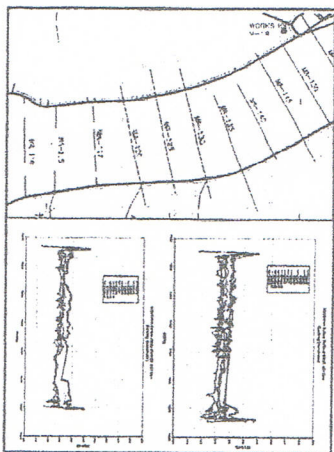
Teknik pengambilan sampel terhadap sedimen dilakukan dengan cara "Sedimen Trap". Pengambilan data sampel sedimentasi ini dilakukan per tiap titik sampel (MA Section) sepanjang penampang melintang pada sungai. Adapun pembagian untuk setiap section-nya dapat dilihat pada Gambar 4 hingga Gambar 6. Gambar tersebut merupakan gambar penampang melintang pada sungai yang telah dibagi berdasarkan MA Sectionnya masing-masing, yang dimulai dari bagian hulu, tengah hingga pada bagian hilir ModADA.



Gambar 4. Bagian hulu ModADA (Sumber: PT. Freepot Indonesia, 2007)

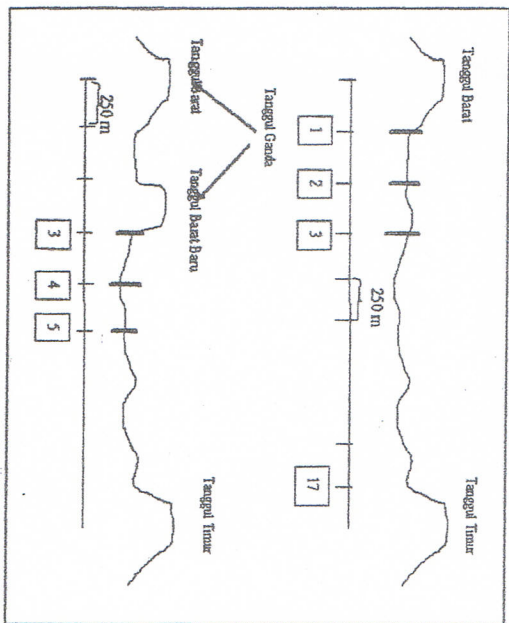


Gambar 5. Bagian tengah ModADA (Sumber: PT. Freepot Indonesia, 2007)



Gambar 6. Bagian hilir ModADA (Sumber: PT. Freepot Indonesia, 2007)

Adapun pelaksanaan prosedur pengukuran yang digunakan dalam pengambilan data sedimentasi pada setiap titik sampel (MA Section), dapat dilihat pada Gambar 7. Data sedimentasi ModADA ini didapatkan dengan cara pengambilan data sedimentasi di setiap titik sampel yang terdapat pada penampang melintang sungai.



Gambar 7. Prosedur Pengukuran Dalam Pengambilan Sampel Data (Sumber: modifikasi dari Susilo dkk., 2009)

Keterangan :  
 Sampling Top 0-250 meter  
 Sampling Bottom 250-500 meter  
 Morfologi ModADA

#### 4.2. Pengumpulan dan pengolahan data

Dalam tahap awal pengolahan data sedimentasi ModADA ini, dilakukan rekapitulasi dan pengelompokan data sedimen berdasarkan ukuran besar butirnya (Grain Size) yang dikelompokkan per titik sampel (MA Section) setiap tahun pengambilan sampelnya. Adapun parameter yang digunakan dalam pengolahan data ini adalah menggunakan data ukuran butir D50. Rekapitulasi data ini dilakukan dengan bantuan program excel. Setelah data ini direkapitulasi, data ini dilakukan dengan bantuan program excel. Setelah data ini direkapitulasi, dilakukan penentuan sifat sedimentasi dengan menentukan nilai numerik menggunakan bantuan program S-Plus. Setelah didapatkan nilai numerik statistiknya, data yang ada diplotkan dalam bentuk tabulasi dan grafik.

Data sedimentasi berdasarkan grain size ini kemudian dikelompokkan berdasarkan titik sampel (per MA Section) setiap tahun.

#### 4.3. Sifat sedimen - mean, variance, SD and variogram

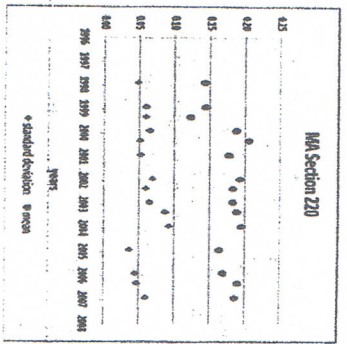
Pada pengolahan data sedimentasi yang berdasarkan grain size menggunakan parameter ukuran butir D50. Rekapitulasi data sedimentasi ini dilakukan dengan bantuan program Excel dan untuk menganalisa perhitungan numerik statistiknya yaitu menentukan nilai mean, varian dan standar deviasinya digunakan program S-Plus. Setelah didapatkan variabel numerik statistiknya, data sedimentasi setiap section diplotkan dalam bentuk grafik sehingga dari grafik yang telah ditentukan dapat diketahui pola persebaran sedimentasinya.

Berikut adalah salah satu contoh hasil pengolahan data yang telah dihitung mean, varian dan standar deviasinya yang disajikan dalam bentuk tabulasi (Tabel 4) dan persebaran grafik dari hulu ke hilir pada MA Section 220, 185 dan 125 (Gambar 8, 9 dan 10).

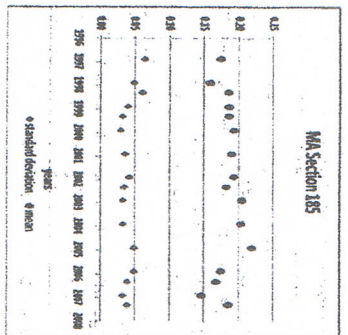
Tabel 4. Rekapitulasi Data Numerik Statistik pada MA Section 220

Tahun	Min	1st (Qu.)	Mean	Median	3rd (Qu.)	Max	Total N	NA's	Stndr. Dev.
1997	0.0409	0.1271	0.14247	0.1455	0.1605	0.2073	28.00	19.00	0.04841694
1998	0.0506	0.1204	0.14347	0.1336	0.1647	0.2640	28.00	19.00	0.05953451
1999	0.043	0.08355	0.123	0.1085	0.14645	0.2326	28.00	17.00	0.0597143
2000	0.1090	0.12525	0.1865	0.1805	0.2480	0.2760	28.00	18.00	0.06477182
2000	0.1100	0.1675	0.20429	0.2200	0.2475	0.280	28.00	14.00	0.05139804
2001	0.066	0.14575	0.1761	0.1595	0.2225	0.276	28.00	8.00	0.0521404
2002	0.0450	0.15025	0.19181	0.2135	0.23675	0.283	28.00	2.00	0.06922584
2002	0.0600	0.1500	0.18269	0.1900	0.23750	0.2600	28.00	2.00	0.05970311
2003	0.0520	0.1420	0.18269	0.1950	0.2250	0.3070	28.00	0.00	0.06523595
2004	0.0400	0.1250	0.1875	0.2150	0.2400	0.3600	28.00	0.00	0.08694933
2005	0.0560	0.1250	0.1939	0.1910	0.2705	0.3360	28.00	8.00	0.09247867
2006	0.0980	0.1390	0.164	0.1620	0.18425	0.2530	28.00	10.00	0.03679354
2006	0.0900	0.1300	0.16889	0.1660	0.2075	0.2400	28.00	10.00	0.04522899
2007	0.1000	0.1600	0.19	0.1950	0.235	0.250	28.00	14.00	0.04673987
2007	0.0430	0.17225	0.18572	0.1960	0.2200	0.2760	28.00	10.00	0.05993311

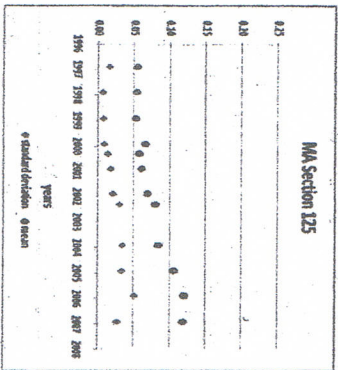




Gambar 8. Grafik Analisa Grain size D50 pada MA Section 220



Gambar 9. Grafik Analisa Grain size D50 pada MA Section 185



Gambar 10. Grafik Analisa Grain size D50 pada MA Section 125

Dari hasil pembacaan grafik secara keseluruhan di setiap titik sample diperoleh nilai mean. Berdasarkan nilai mean dapat digunakan untuk menganalisa besar butiran, dan terlihat bahwa dari hulu ke hilir besar butirannya semakin halus. Berdasarkan nilai standar deviasinya yang telah diplokan pada grafik, terlihat bahwa di hulu terjadi persebaran yang relatif merata, ini dapat diasumsikan bahwa proses pengendapan yang terjadi sudah menjelang stabil.

**4.5. Analisis**

Urutk menentukan estimasi terhadap bentuk dasar sungai, digunakan data numerik statistik yang didasarkan pada nilai mean analisa besar butir D50. Penentuan estimasi bentuk dasar sungai ini dilakukan pada setiap titik sample (MA Section).

Adapun yang menjadi parameter terhadap estimasi bentuk dasar sungai ini adalah dengan mengamati pola persebaran data mean D50 yang terjadi setiap tahun. Tabel 5 adalah hasil estimasi bentuk dasar sungai untuk prediksi pola sedimentasi ModDA berdasarkan analisa besar butir sedimen yang diamati pada tiap titik sampelnya.

Tabel 5. Rekapitulasi Pengolahan Data Terhadap Estimasi Bentuk Dasar Sungai

No	Perampang	Estimasi Bentuk Dasar
1	MA Section 220	dunes
2	MA Section 215	dunes
3	MA Section 210	dunes
4	MA Section 205	dunes
5	MA Section 200	dunes
6	MA Section 195	dunes
7	MA Section 190	dunes
8	MA Section 185	dunes
9	MA Section 180	dunes
10	MA Section 175	dunes
11	MA Section 170	dunes
12	MA Section 165	dunes
13	MA Section 155	dunes
14	MA Section 150	ripple ke dunes
15	MA Section 145	dunes
16	MA Section 140	ripple ke dunes
17	MA Section 135	ripple ke dunes
18	MA Section 130	ripple ke dunes
19	MA Section 125	ripple ke dunes

Dari hasil pengolahan data tabulasi di atas, maka dapat dilihat bahwa terjadi perubahan bentuk dasar sungai dari hilir, yaitu pada MA section 125 hingga MA Section 140 dari *ripple* ke *dunes*. Sedangkan pada MA section 145 hingga MA Section 220 estimasi bentuk dasar sungainya sudah lebih stabil yaitu *dunes*.

Berdasarkan kecenderungan pola perubahan nilai mean dari tahun ke tahun, maka dapat diprediksi bahwa estimasi terhadap bentuk dasar sungai adalah "dunes" yang bentuk geometrianya berupa tiga dimensi, permukaan air umumnya tidak merata dan material umumnya suspeni.

**5. KESIMPULAN**

Berdasarkan pengolahan dan analisa data yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengolahan data untuk menentukan variable numerik statistik dengan menggunakan perangkat lunak Excel dan S-Plus sangat bermanfaat untuk menganalisa dan menentukan karakteristik sedimen yang terdapat pada tiap titik sampel.
2. Berdasarkan nilai dan grafik mean yg diperoleh dapat diprediksi bahwa besar butiran sedimentasi dari hulu ke hilir semakin halus
3. Berdasarkan nilai standar deviasi dapat diketahui bahwa terjadi persebaran yang relatif merata, pengendapan yang terjadi sudah menjelang stabil.
4. Estimasi terhadap bentuk dasar sungai adalah "dunes" yang bentuk geometrianya berupa tiga dimensi, permukaan air umumnya tidak merata dan material umumnya suspeni.

5. Hasil estimasi bentuk dasar sungai ini dapat dijadikan sebagai parameter dalam pengelolaan tailing di ModADA melalui perencanaan tanggul dan manajemen galian sebagai alternatif pencegahan perluasan dampak tailing.

#### 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Wahyu Suryoto, MSc dan Ir. Didiek Subdyo dari PT Freeport Indonesia; dan Bapak Budhi Kuswan Susilo, ST, MT, atas bantuan pengumpulan data lapangan.

#### 7. DAFTAR PUSTAKA

- Desy, A., 2005, Kajian Kapasitas Angkutan Sedimen (Studi Lapangan Sungai Bikang Bangka Selatan), Jurusan Teknik Sipil Universitas Swinjaya, Dirjosuwondo, S., 1994, Kegiatan Dalam IZ Dengan Sistem Ambukan (Block Caving) dan Tahap Persiapan Penambangannya di PT Freeport Indonesia, Prosiding Temu Profesi Tahunan 1994 Yogyakarta, PERHAPI.
- Everitt, B. S., 2006, *Dictionary Of Statistics Third Edition*, Cambridge University Press, New Cork.
- Faisal, R., 2007, *Kajian Angkutan Sedimen Muatan Dasar Alur Sungai Kelekar Desa Kamal Kabupaten Ogan Ilir*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Swinjaya.
- Insigtful Corporation, 2005, *S-PLUS 7 Guide to Statistics*, Volume 1, Seattle, Washington.
- Kuswandani, R. A., 1995, *Pertambangan Bijih Tembaga PT Freeport Indonesia Company, Tembagapura, Irian Jaya*, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Teknologi Mineral, Direktorat Jenderal Pertambangan Umum, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung.
- PT. Freeport Indonesia, 2007, *Data Sedimentasi Modified Aikwa Depositional Area (ModADA) dan Management Tailing*, Timika, Papua.
- PT. Freeport Indonesia, *Presentasi Tailing Bukan Limbah, Tailing Adalah Sumberdaya, Tailing Dapat Menjadi Bahan Konstruksi*.
- Shimizu, Y., 2009, *Cutting Edge Technology of Numerical Computation on Flow and Bed Deformation in Rivers*. Paper at Climate Change Adaptation in Water Resource Development and Management. Ministry of Public Work, Directorate General of Water Resources and JICA Indonesia
- Simon, D. B. dan Santurk, F., 1977. *Sediment Transport Technology*. Water Resources Publication.
- Susilo, B. K., Setiawan, B., dan Sutriyono, E., 2009. *Estimation of bed river morphology using S-Plus*. Poster at International Association of Mathematical Geology Conference, Stanford University, USA
- Webster, R., 1973, *Automatic Soil-Boundary Location from Transect Data 1*, *Mathematical Geology*, Vol. 5, No. 1.

### TSUNAMI ACEH IN RELATIONSHIPS TO TECTONIC SOUTH GLOBE FRAME WORKS

by :  
Agus Sutiono  
Mahasiswa Magister Teknik Geologi UPN "Veteran" Yogyakarta

#### ABSTRACT

Since in the past 5 years a number of investigators have suggested in tsunami Aceh which was occurred in 26 Dec 2004 that because of subduction movement in causing earthquake with epicenter in the vicinity of samuelu island located. Several of national and international Geophysical and geological studies have been systematically carried out in the studies design identified. However, in only a few of the some questions appear to be answered even several earthquake studies have also been simulated.

The questions remain to be considered into other alternative concepts grading toward to the really mechanism of this tsunami further questions such as :

1. Before tsunami was happened, sea water level firstly draw downed over the entire beaches and covering over the entire the countries such as Aceh (Indonesia), Thailand, Burma and India. Where has this sea water gone ?
2. Epicenter of earthquake was in Simeuleu Island positioned that was in the South of Aceh, otherwise . Why Thailand and Burma where were behind or crossover Sumatra Island also occurred tsunami Rather than Padang in nearby ?

There has not been clear answer on the direction of water tsunami movement to reach beaches. In particular causing its came from earthquake in Semeuleu island position where was behind Sumatera island to reach Thailand, Burma and India beaches.

On the other hand, the data recording to the earthquake epicenters showed multiple positions adjacent to the Indian ocean trench indicating a zoning of subduction movement. At this time there is still insufficient evidence to determine the direction of tsunami movement mechanism that came from and along this subduction zone.

Recent exposures in the Google earth imaging shows textures of Andaman sea floor polygons mosaic include sharp contacts and diffuse contacts of each others structures in relationship among these polygons.

The textures descriptions and distribution of fault zone patterns with the models used onto Andaman sea floor studies which were essentially based on Google earth imaging. Hence, there are 4 forces direction indentified have been measured in causing of extension regions Which developed pull apart rifting. The initial force direction is about 22 (NE) related clock wise toward directions 46 (NE), 51 (NE) and finally 59 (NE).