



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM  
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR  
DIREKTORAT SUNGAI DAN PANTAI

Jl. Pattimura No.20 Telp. 7392051, Fax. 7261292 Kebayoran Baru - Jakarta Selatan 12110

Nomor : UM.02.06-Ad/576  
Lampiran : 1 berkas

Jakarta, 08 November 2012

Kepada Yth.

**Bapak DR. Bambang Istijono, ME**  
**Dosen Fakultas Teknik Universitas Andalas**

di :  
TEMPAT

Perihal : **Permohonan menjadi Narasumber pada Kegiatan Seminar Nasional Pengelolaan Aliran Sedimen 2012**

Dalam rangka pelaksanaan program kerja Satuan Kerja Direktorat Sungai dan Pantai pada PPK Penanganan Bencana Sedimen, Direktorat Sungai dan Pantai, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, bersama ini dengan hormat kami sampaikan hal-hal sebagai berikut:

1. Salah satu program kerja yang akan dilaksanakan oleh PPK Penanganan Bencana Sedimen adalah menyelenggarakan Seminar Nasional Pengelolaan Aliran Sedimen Tahun 2012.
2. Kegiatan tersebut merupakan program kerja rutin yang dilaksanakan setiap tahun dengan tujuan untuk saling berbagi informasi serta pertukaran pengalaman dan pengetahuan diantara para peserta dalam hal pengelolaan aliran sedimen dan untuk mengetahui situasi dan kondisi terkini yang berhubungan dengan parameter-parameter penyebab bencana sedimen. Disamping itu juga mencari solusi yang lebih konkrit dalam menghadapi permasalahan aliran sedimen dan mitigasi bencana sedimen, baik dalam hal kebijakan maupun operasional sebagai upaya antisipasi dan pengelolaan bencana sedimen secara terpadu dan berkelanjutan.
3. Sasaran peserta pada kegiatan seminar dimaksud adalah para praktisi dan pengambil keputusan di lingkungan BBWS ataupun BWS dan utusan dari dinas teknis tingkat propinsi maupun kabupaten/kota di daerah rawan bencana sedimen, serta para pejabat di lingkungan Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. Total jumlah peserta yang diundang  $\pm$  100 orang.

Berkenaan dengan hal tersebut di atas, kami mohon kesediaannya untuk dapat menjadi narasumber/pembicara pada acara seminar dimaksud yang akan dilaksanakan pada:

Tanggal : 28 – 30 November 2012  
Pukul : 15.00 wib ~ selesai (susunan acara terlampir)  
Tempat : Hotel Pangeran Beach, Jalan Ir. H Juanda 79, Padang, Sumatera Barat

Demikian kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami mengucapkan terima kasih.

Direktur Sungai dan Pantai

**Ir. Pitoyo Subandrio, Dip.HE**  
NIP 195404011983031015

**Tembusan** disampaikan kepada Yth. :

1. Kasubdit Prasarana Konservasi dan Pengendali Sedimen;
2. PPK Penanganan Bencana Sedimen.

# JADUAL ACARA SEMINAR NASIONAL PENGELOLAAN ALIRAN SEDIMEN

Hotel Pangeran , Padang, 28-30 November 2012

Hari/Tgl/Jam	Kegiatan	Penyaji/Narasumber	Moderator	Keterangan
<b>Rabu</b> <b>28 November 2012</b>	12.00 - 15.00 Registrasi & Check In Hotel 15.00 - 15.05 Pembukaan 15.05 - 15.15 Laporan Panitia Penyelenggara 15.30 - 15.45 Sambutan Gubernur Sumatera Barat 15.45 - 16.00 Sambutan Direktur Sungai dan Pantai 16.00 - 16.30 <i>Coffe break</i> 16.30 - 17.45 <i>Topik : Penanganan Bencana Sedimen di Prov. Sumbar</i>	Ir. Pitoyo Subandrio, Dipl. HE	Ir. Yani S. Siregar, Dipl. HE	Panitia Panitia Panitia Provinsi Sumatera Barat Dir. Sungai dan Pantai Panitia
	<i>Topik : Kebijakan Penanggulangan Bencana Sedimen di Prov. Sumbar</i> a) Kebijakan Penanggulangan Bencana Sedimen b) Penanggulangan Bencana Galodo Bt. KurANJI ISHOMA	Ali Musri, ME  Ade Rizaldi, ST, M.Tech		Kasubdit Wilayah I, Dit. SP Kepala Dinas PSDA Prov Sumbar Kepala BWS Sumatera V Panitia
<b>Kamis</b> <b>29 November 2012</b>	08.30 - 10.00 <i>Topik : Aspek Kebijakan Pemerintah dan Peran Akademisi dan Masyarakat terkait Penanganan Bencana Sedimen dan Masyarakat</i> a) Kebijakan Penanggulangan Bencana Alam Sedimen b) Pemberdayaan Masyarakat di Daerah Rawan Bencana c) Tinjauan Akademis Penanganan Bencana Sedimen dalam Pengelolaan Sumber Daya Air <i>Coffe break</i> 10.00 - 10.30 <i>Topik : Aplikasi Teknologi dalam Pengelolaan Aliran Sedimen (Study Kasus)</i> 10.30 - 12.30 a) Study Kasus Rencana Penanganan Natural Dam Way Ela b) Penanganan Banjir Lahar Gunung Merapi c) Penanganan Sedimen Gunung Bawakaraeng	Sudarsono, ATP, CES Faisal Fathani, ST, MT, Ph.D Prof. DR. Ir. Djoko Legono	Ir. Widagdo, Dipl. HE	Direktur ST Sapta Taruna Kasubdit PBA, Dit. Bina OP Dosen FT UGM Guru Besar FT UGM
	12.30 - 13.30 <i>Topik : Analisis Risiko dan Pengelolaan Bencana Sedimen secara Terpadu dan Berkelanjutan</i> 13.30 - 15.00 a) Konsep Majamemen Resiko Bencana Alam Sedimen Teori dan Aplikasi b) Integrated Sediment Related Disaster Management c) Hubungan Pengelolaan Aliran Sedimen Hulu-Hilir di Sungai Batang Anai	Ir. Muhamad Marasabesi, ME Ir. Adang Saf Ahmad, CES Ir. Agus Setiawan, Dipl. HE	Ir. Arung Samudro	Kasubdit Prasarana Konservasi Ka BWS Maluku Ka BBWS Serayu Opak Ka BBWS Pempengan Jeneberang
	15.00 - 15.30 Pembacaan Resume/Kesimpulan dan Penutupan	Ir. Arung Samudro, Dipl. HE	Ir. Anggia Satrini, M. Eng	Kasi Bintek Sungai dan Pantai Praktisi Sabo Praktisi Sabo Dosen FT Universitas Andalas Kasubdit Pras. Konservasi & PS

# HUBUNGAN PENGELOLAAN ALIRAN SEDIMEN HULU – HILIR DI BATANG ANAI (BAGIAN WS. INDRAGIRI – AKUAMAN)

SUMATERA BARAT <sup>1)</sup>

Bambang Istijono <sup>2)</sup>

## ABSTRAK

Sungai sebagai sumber daya air perlu dijaga kelestariannya, namun sebaliknya sungai sebagai pembawa bencana perlu dikendalikan perilakunya. Oleh karena itu guna mengoptimalkan pemanfaatan sungai dan mengurangi bahaya yang ditimbulkan maka perlu dilakukan suatu pengelolaan sungai yang komprehensif, perspektif dan berwawasan lingkungan.

Batang Anai sepanjang 52 km yang merupakan sungai di bagian wilayah Indragiri Akuaman, merupakan sungai yang strategis. Hulu sungai terdapat buangan air PLTA Singkarak sebesar 36 – 76 m<sup>3</sup>/detik, bendung Lubuk Simantung yang memanfaatkan air sebesar 22 m<sup>3</sup>/detik dan di muaranya berdekatan dengan Bandara Minangkabau.

Dengan adanya beberapa bangunan vital tersebut maka perlu perhatiannya terhadap penambangan komoditas batuan jenis pasir dan kerikil, penambangan yang berlebihan akan dapat mempengaruhi kondisi dasar sungai dan kemungkinan dapat menyebabkan tererosi/abrasi pantainya.

Kata kunci: pengelolaan sungai, erosi, abrasi.

---

<sup>1)</sup> Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Pengelolaan Aliran Sedimen 2012

<sup>2)</sup> Pengajar pada Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dasar sungai Batang Anai yang merupakan agregat batuan untuk bahan bangunan, menarik perhatian masyarakat untuk meningkatkan kesejahteraan mereka dengan menjualnya ke pemakai / pengumpul, lebih-lebih dalam kondisi pembangunan diberbagai bidang saat ini.

Pemerintah Daerah pada tahun 1996 telah menetapkan bahwa Batang Anai di Kabupaten Padang Pariaman sebagai daerah tertutup (terlarang) untuk usaha pertambangan komoditas batuan jenis pasir dan kerikil. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan di Lubuk Simantung telah dibangun bendung pada alur Batang Anai yang diproyeksikan mengairi sawah seluas 13.604 Ha untuk kepentingan masyarakat petani sehingga harus dipelihara dan dijaga keberadaannya.

Dengan adanya Bandara Internasional Minangkabau di mana landasan pacunya berdekatan dengan garis pantai, perlu dikaji dengan lebih mendalam hal-hal yang dapat menyebabkan

tererosi/abrasinya pantai tersebut, termasuk pengaruh penambangan bahan galian di Batang Anai yang mengakibatkan berkurangnya pasokan sedimen. Seperti halnya abrasi pantai Padang akibat berkurangnya pasokan sedimen karena dibangunnya banjir kanal yang mengalihkan aliran Batang Arau.

## 1.2 Maksud dan Tujuan

Penulisan ini dimaksudkan sebagai bahan sosialisasi kepada instansi terkait dan masyarakat dalam pelestarian sumberdaya air dan lingkungannya khususnya sepanjang Batang Anai, karena bertambah banyaknya pihak-pihak yang berkepentingan.

Dengan demikian upaya pelestarian sumberdaya air tidak hanya dilakukan oleh sebagian instansi saja, tetapi oleh seluruh pihak yang berkepentingan terhadap sumberdaya air Batang Anai termasuk masyarakat (stakeholders).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

**2.1** Beban sedimen yang diangkut melewati suatu penampang alur sungai (Soemarto, Ven. The Chow), terdiri dari atas beban bilas (*wash load*), beban layang (*suspended load*) dan beban alas (*bed load*). Proses pengangkutan sedimen dalam alur sungai merupakan hal yang sangat kompleks, sehingga pengukuran laju pengangkutan sedimen masih merupakan perkiraan terbaik terhadap besarnya hasil sedimen. Beberapa rumus pengangkutan sedimen yang didasarkan atas analitis teoritis diperlukan data yang cukup dan hasilnya akan lebih mendekati jika periode pengumpulan data lebih panjang.

Beberapa rumus empiris yang digunakan dalam menghitung beban alas (*bed load*) antara lain **Shinohara and Tsubaki** (1959), **Garde and Albertson** (1961), Colby (1964), **Engelund and Hansen** (1967), **Ackers and White** (1973) dan lain-lain.

**2.2** Proses dinamis pantai sangat dipengaruhi oleh gerak sedimen di daerah dekat pantai oleh gelombang dan arus. Gerak sedimen dapat dibedakan transpor sepanjang pantai dan transpor tegak lurus pantai. Transpor tegak lurus pantai terutama ditentukan oleh kemiringan gelombang, ukuran sedimen dan kemiringan pantai, dan pada umumnya gelombang dengan kemiringan besar menggerakkan material ke arah laut dan gelombang kecil dengan periode panjang menggerakkan material ke arah darat. Suatu pantai mengalami erosi, akresi (sedimentasi) atau tetap stabil tergantung pada sedimen yang masuk (suplai) dan yang meninggalkan pantai, dan sebagian permasalahan pantai adalah erosi yang berlebihan.

Beberapa formula empiris yang digunakan untuk menghitung sedimen transpor di pantai antara lain, The CERC (1982), The Bijker (1967).

**2.3** Peraturan yang mendasari adalah Keputusan Menteri PU No. 458 tahun 1986, tentang: Ketentuan Pengamanan Sungai dalam Hubungan dengan Penambangan Bahan Galian Golongan C.

Di dalam Kepmen tersebut disebutkan, bahwa pengamanan sungai adalah segala usaha dan tindakan untuk melindungi mengamankan dan melestarikan fungsi sungai dan lingkungannya termasuk bangunan-bangunan sumberdaya air dan bangunan umum lain yang terdapat di sekitarnya, terhadap segala bentuk gangguan dan pengrusakan yang disebabkan oleh adanya kegiatan pertambangan bahan galian komoditi batuan jenis pasir dan kerikil. Jarak antara lokasi penambangan dan suatu bangunan harus ditetapkan cukup jauh sehingga tidak membahayakan bangunan yang bersangkutan.

### **III. PENGELOLAAN SUMBER AIR BATANG ANAI**

#### **3.1 Umum**

Batang Anai yang mengalir dari dataran tinggi kota Padang Panjang dan bermuara di Samudra Hindia sepanjang 52 Km, merupakan sungai yang mengandung bahan batuan untuk bangunan. Eksploitasi bahan galian tersebut oleh beberapa perusahaan dengan alat berat pernah dilakukan pada sekitar tahun 1992 dan sebelumnya. Namun mengingat dampaknya pada saat terjadinya banjir telah menggerus dasar sungai dan mengakibatkan stabilitas bangunan yang ada di sungai terganggu, maka mulai tahun 1996 kegiatan penggalian tersebut dihentikan. Di samping itu turunnya dasar sungai juga mengakibatkan turunnya muka air sungai, sehingga mengganggu pengambilan air irigasi kecil di sepanjang Batang Anai.

Sejak beroperasinya PLTA Singkarak pada tahun 1998, Batang Anai mendapatkan tambahan debit yang keluar dari turbin sebesar 36 m<sup>3</sup>/detik sd. 76 m<sup>3</sup>/detik sesuai dengan pola beroperasinya PLTA tersebut.

#### **3.2 Potensi Sumberdaya Air Batang Anai**

Batang Anai yang mempunyai debit minimum 1,25 m<sup>3</sup>/detik dan maksimum 94,87 m<sup>3</sup>/detik berpotensi sebagai sumber air baku untuk memenuhi berbagai keperluan, yaitu:

- a. Untuk keperluan irigasi Anai 13.064 Ha atau 22,00 m<sup>3</sup>/detik.  
Saat ini Daerah Irigasi Anai telah diselesaikan untuk tahap I (6.764 Ha) sedangkan Anai tahap II (6.840 Ha) yang merupakan 13 daerah irigasi kecil dan sawah tadah hujan, saat ini sedang dilaksanakan.
- b. Untuk keperluan air minum dan air baku lainnya (industri dan lain-lain).
- c. Untuk jangka panjang, air Batang Anai dapat dimanfaatkan untuk penggelontoran saluran drainase kawasan / kota.  
Di samping itu Batang Anai juga bermanfaat sebagai drainase utama beberapa kawasan antara lain:
  - 1) Kawasan Industri Padang yang terletak di daerah Duku di dekat jalan By Pass Kota Padang.



2) Bandara Internasional Minangkabau yang terletak bersebelahan dengan muara Batang Anai.

### 3.3 Penambangan Komoditi Batuan Jenis Pasir dan Kerikil

Penambangan bahan galian komoditi batuan jenis pasir dan kerikil diperbolehkan sepanjang memenuhi ketentuan yang telah ditetapkan secara teknis. Penggalan atau penambangan mengakibatkan berkurangnya endapan pada dasar sungai mengingat dalam pelaksanaannya penggalan tersebut sering tidak merata dan berlebihan atau melampaui batas kemampuan transportasi sedimen yang ada, sehingga dapat menyebabkan penurunan dasar sungai dan akhirnya dapat mengganggu stabilitas bangunan-bangunan sungai.

Disamping itu sedimen yang dibawa oleh sungai juga merupakan potensi suplai sedimen untuk pantai sekitar muara sungai yang berfungsi sebagai pelindung pantai terhadap erosi.

Hampir sepanjang alur Batang Anal dari bagian hulu sampai ke hilir terdapat bahan galian komoditi batuan berupa pasir, kerikil, koral bahkan juga batu bulat.

Dengan pesatnya laju pembangunan fisik khususnya di sekitar Batang Anai telah menyebabkan material komoditi batuan di sepanjang alur Batang Anai menjadi sasaran para penambang.

### 3.4 Angkutan Sedimen Batang Anai

Secara alami sungai akan selalu mencari kesetimbangan sendiri. Disamping mengalirkan air, pada umumnya sungai juga mengangkut sedimen, yang dapat bermanfaat sebagai suplai sedimen untuk kawasan pantai, selama sungai tersebut tidak mengalami gangguan.

Sesuai dengan karakteristik pantai Padang Pariaman adalah mengangkut sedimen pasir, yang diharapkan dapat disuplai dari Batang Anai.

Pada Batang Anai pasir merupakan salah satu bahan galian yang telah dieksploitasi tanpa memperhatikan ketentuan teknis. Hal tersebut dapat mengurangi suplai sedimen ke arah pantai, bahkan kemungkinan besar Batang Anai sudah tidak mampu lagi mensuplai sedimen tersebut. Sedangkan suplai sedimen pada kawasan pantai sangat diperlukan untuk mengimbangi besarnya angkutan sedimen sejajar pantai, terlebih pada saat terjadi gelombang besar.

Ada beberapa metode untuk mengestimasi angkutan sedimen di Batang Anai, dimana salah satu metode tersebut adalah yang dibuat oleh Ackers -White (1973).

Adapun rumus yang dipergunakan adalah sebagai berikut

- |  |                           |                  |  |
|--|---------------------------|------------------|--|
| • $U^*$  | $= \sqrt{(g h l)}$        | $G_{gr}$         | $= C(F_{gr}/A-1)^m$                                  |
| • $\hat{U}$  | $= 5,75 U^* \log(12h/Ks)$ | $F_{gr}$         | $= u^{*n}(U^{*'})^{1-n}/\sqrt{(\blacktriangle g D)}$ |
| • $U^{*'} = \hat{U}/U^*$   |                           | $\blacktriangle$ | $= (\rho_s - \rho_a) / \rho_a$                       |
| • $C = 10^{2,86 \log(D_{gr}) - \log(D_{gr})^2 - 3,53}$                   |                           | $m$              | $= (9,66/D_{gr}) + 1,34$                             |
| • $D_{gr} = D^* = D \{(g)/(\mu^2)\}^{1/3}$                               |                           | $n$              | $= 1 - 0,56 \log(D_{gr})$                            |
| • $S_{gr} = G_{gr} \hat{U} D (\hat{U}/U^*)^n$                            |                           | $A$              | $= \{0,23/\sqrt{(D_{gr})}\} + 0,14$                  |
| • $S_{bulk} = \{(S_{gr})/(1 - \epsilon)\} \times 24 \times 60 \times 60$ |                           |                  |  |

Dimana data-data dari hasil pengamatan dan penelitian di lapangan menunjukkan

$h$  = Kedalaman sungai = 2,00 meter  
 $l$  = Kemiringan sungai =  $5,25 \times 10^{-4}$   
 $D$  = Diameter butiran = 2,00 mm  
 $K_s$  = Kekasaran alur sungai = 5,00 mm  
 $g$  = Gaya gravitasi bumi =  $10 \text{ m/det}^2$   
 $\rho_s$  = Kerapatan sedimen =  $2.650 \text{ Kg/m}^3$   
 $\rho_a$  = Kerapatan air =  $1.000 \text{ Kg/m}^3$   
 Lebar sungai rata-rata = 60,00 meter

Dari data pengamatan dan rumus perhitungan selanjutnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 U^* &= \sqrt{(g h l)} && \rightarrow = \sqrt{(10 \cdot 2,0 \cdot 5,25 \cdot 10^{-4})} = 0,1025 \\
 \hat{U} &= 5,75 U^* \log(12h/K_s) && \rightarrow = 5,75 \cdot 0,1025 \log(12 \cdot 2 / 5) \\
 & && = 0,4015 \\
 U^{*'} &= \hat{U} / U^* && \rightarrow = 0,4015 / 0,1025 \log \{(12 \cdot 2) / 5\} \\
 & && = 0,1041 \\
 D_{gr} &= D^* = D \{(\Delta g) / (\mu^2)\}^{1/3} && \rightarrow = 0,002 \{ (1,65 \cdot 10) / (10^{-6}) \} \\
 & && = 5,0402 \\
 C &= 10^{2,86 \log(D_{gr}) - \log(D_{gr})^2 - 3,53} && \rightarrow = 10^{2,86 \log(5,0402) - \log(5,0402)^2 - 3,53} \\
 & && = 0,01 \\
 m &= (9,66/D_{gr}) + 1,34 && \rightarrow = (9,66/5,0402) + 1,34 \\
 & && = 3,2566 \\
 n &= 1 - 0,56 \log(D_{gr}) && \rightarrow = 1 - 0,56 \log 5,0402 \\
 & && = 0,6066 \\
 A &= \{0,23/\sqrt{(D_{gr})}\} + 0,14 && \rightarrow = \{0,23/\sqrt{(5,0402)}\} + 0,14 \\
 & && = 0,242 \\
 F_{gr} &= U^{*n} (U^{*'})^{1-n} / \sqrt{(\Delta g D)} && \rightarrow = (0,1025)^{0,6066} \times (0,1041)^{0,3932} / \sqrt{1,65 \times 10 \times 0,002} \\
 & && = 0,5674 \\
 G_{gr} &= C (F_{gr}/A - 1)^m && \rightarrow = 0,01 \{ (0,5674/0,242) - 1 \}^{3,2566} \\
 & && = 0,0262 \\
 S_{gr} &= G_{gr} \hat{U} D (\hat{U}/U^*)^n && \rightarrow = 0,0262 \times 0,4015 \times 0,002 \\
 & && (0,4015/0,1025)^{0,6066} \\
 & && = 1,7305 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{det/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{bulk} &= \{(S_{gr}) / (1 - \epsilon)\} \times 24 \times 60 \times 60 \\
 &= \{(1,7305 \times 10^{-5}) / (1 - 0,4)\} \times 24 \times 60 \times 60 \\
 &= 2,492 \text{ m}^3/\text{det/m}
 \end{aligned}$$

Lebar sungai rata-rata = 60,00 meter

$$\begin{aligned}
 S_{bulk \text{ total}} &= 60 \times 2,492 && \rightarrow = 149,52 \text{ m}^3/\text{hari atau} \\
 & && = 0,0017 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Angkutan sedimen di Batang Anai sebesar =  $0,0017 \text{ m}^3/\text{det}$

Penambangan bahan galian yang dilakukan oleh masyarakat dengan perkiraan dalam satu hari hanya 50 truk dengan kapasitas  $3,50 \text{ m}^3$  setiap truk, maka dalam satu hari bahan komoditas batuan jenis pasir

dan kerikil yang diambil telah mencapai  $175 \text{ m}^3$  atau sama dengan  $0,002 \text{ m}^3/\text{det}$

### 3.5 Angkutan Sedimen Sejajar Pantai

Pantai Padang dan Padang Pariaman mempunyai karakteristik mengangkut sedimen pasir dari arah selatan dan utara. Gelombang besar terjadi dua periode setiap tahun yaitu pada bulan-bulan Juli-Agustus dan November-Desember, dengan waktu selama 1-2 minggu dalam satu periode. Gelombang besar tersebut secara langsung dapat menyebabkan erosi pantai. Terlebih apabila ternyata suplai sedimen ke arah pantai tidak seimbang dengan angkutan sedimen sejajar pantai. Fenomena alam tersebut telah dialami pantai Padang dimana pada saat itu Batang Arau yang sering menimbulkan bencana alam banjir, pada tahun 1918 oleh Pemerintah Belanda dibuat Saluran Banjir Kanal. Usaha pengendalian banjir tersebut mengakibatkan terganggunya keseimbangan antara suplai sedimen ke pantai dengan angkutan sedimen sejajar pantai. Batang Arau tidak lagi mensuplai sedimen dengan cukup akibat adanya transpor sedimen dari arah selatan. Mulai saat itu pantai Padang terkena erosi, dan berdasarkan pengamatan sampai saat ini garis pantai kota Padang telah bergeser lebih dari 60 meter ke arah darat.

Untuk estimasi angkutan sedimen sejajar pantai Padang Pariaman dapat dihitung dengan rumus CERC sebagai berikut :

$$S_o = 0,014 \times H_o \times (K_{rb})^2 \times C_o \times \sin \alpha_b \times \cos \alpha_b$$

Dimana :

$S_o$  = Besarnya angkutan sedimen sejajar pantai ( $\text{m}^3/\text{det}$ )

$H_o$  = Tinggi gelombang di perairan dalam (meter)

$K_{rb}$  = Koefisien refraksi di daerah gelombang pecah

$\alpha_b$  = Sudut arah gelombang di daerah gelombang pecah dengan garis pantai

$C_o$  = Kecepatan rambat gelombang di perairan dalam

Dari hasil pengamatan dan penelitian di lapangan diperoleh :

$W$  = Kecepatan angin 11, 50 m/det

$F$  = Fetch = Panjang daerah pembentukan gelombang akibat angin 200 Km

dengan grafik Greon dan Derestein karakter gelombang di perairan dalam adalah tinggi gelombang ( $H_o$ ) = 2,40 meter

waktu antar puncak gelombang ( $T$ ) = 6 detik

Panjang gelombang ( $L_o$ ) =  $1,56 T^2 = 1,56 (6)^2 = 56,16$  meter

Cepat rambat gelombang datang ( $C_o$ ) =  $1,56 T \rightarrow = 1,56 \times 6 = 9,36$

Sudut arah arah gelombang datang ( $\alpha_o$ ) =  $60^\circ$

$\sin \alpha_o = \sin 60^\circ = 0,8660$        $\cos \alpha_o = \cos 60^\circ = 0,50$

Dari grafik hubungan antara tinggi gelombang dengan sudut arah gelombang diperoleh lokasi gelombang pecah

Tinggi gelombang ( $H_b$ ) = 1,50 meter,

Sudut arah gelombang ( $\alpha$ ) =  $15^\circ$        $\sin \alpha_b = \sin 15^\circ = 0,2588$        $\cos \alpha_b = \cos 15^\circ = 0,9659$



$db = Hb/0,78 \rightarrow = 1,50/0,78 = 1,92$  meter, Tabel Wiegel  $db/Lb = 0,07503$

$Krb = \cos \alpha / \cos \alpha \rightarrow = 0,50/0,9659 = 0,5176$

$So = 0,014 \times (Ho)^2 \times (Krb)^2 \times Co \times \sin \alpha b \times \cos \alpha b$   
 $= 0,014 \times (2,40)^2 \times (0,5176)^2 \times 0,2588 \times 0,9659 = 0,0054 \text{ m}^3/\text{det}$   
Angkutan sedimen sejajar pantai adalah sebesar : 0,0054 m<sup>3</sup>/det

### **3.6 Pengaruh Kegiatan di Batang Anai terhadap Daerah pertanian dan Kelestarian Pantai**

Seperti halnya sumberdaya air, pantai pada dasarnya merupakan sumberdaya alam yang perlu diperhatikan potensinya, dan dikembangkan menjadi ruang hidup yang perlu dipelihara dan ditingkatkan kualitasnya.

Pada lingkungan pantai terjadi jalur yang saling mempengaruhi antara darat dan laut. Kawasan ini mempunyai ciri geografer yang khusus, ke arah laut dibatasi oleh pengaruh fisik laut dan sosial ekonom bahari, sedangkan ke arah darat dibatasi oleh pengaruh proses alami dan kegiatan manusia terhadap lingkungan darat.

Demikian kegiatan pada sungai Batang Anai di sebelah hulu akan memberikan dampak terhadap keberadaan pantai di sekitar muaranya.

#### **a. Penambahan debit akibat beroperasinya PLTA Singkarak**

Penambahan debit akibat beroperasinya PLTA Singkarak akan dirasakan signifikan pada saat musim kering, karena akan menjaga ketersediaan air irigasi Anai. Sedangkan penambahan debit pada musim hujan (banjir) hanya sekitar 5 - 10 % debit banjir 10 tahunan, Mengingat dampak aliran sungai yang berpengaruh terhadap kawasan pantai di muara adalah besar kecilnya aliran sedimen, maka adanya penambahan debit dari PLTA Singkarak akan menambah suplai sedimen ke pantai meskipun kecil,

#### **b. Penambangan bahan galian komoditas batuan jenis pasir dan kerikil**

Jumlah sedimen yang terangkut pada atur sungai sangat dipengaruhi oleh besarnya kecepatan dan kemiringan sungai. Apabila dasar sungai digali terus menerus, maka sedimen yang terangkut akan dipakai untuk mengisi dasar yang digali, sehingga yang terangkut akan menjadi berkurang, lebih-lebih bila debit banjir tidak begitu besar sepanjang tahun. Dengan demikian dampak bahan galian pada Batang Anal akan mengurangi suplai sedimen ke muara dan pantai sekitarnya.

Memang penambangan bahan galian tersebut dapat membuka lapangan kerja baru bagi rakyat dan juga dapat meningkatkan sumber Pendapatan Asli Daerah Kabupaten Padang Pariaman, namun perlu disadari bahwa pasir tersebut juga berfungsi sebagai suplai sedimen di kawasan pantai muara Batang Anai, yang dapat mengamankan kawasan pantai dari ancaman erosi.

Lokasi Bandara Internasional Minangkabau pada kawasan pantai muara Batang Anai. Apabila suplai sedimen dari Batang Anai tidak terganggu, maka Bandara tetap terjaga keutuhannya dari ancaman erosi, namun apabila penambangan bahan galian pada Batang Anai tersebut sulit dihentikan, maka kemungkinan Bandara akan terkena erosi.

Di samping itu, penambangan bahan galian yang berlebihan akan menurunkan dasar dan muka air Batang Anai, maka stabilitas bendung Anai mungkin dapat terancam rusak.

#### **IV. PENUTUP**

##### **4.1 Kesimpulan**

- a. Dasar alur Batang Anai mengandung bahan galian komoditas batuan jenis pasir dan kerikil yang dapat dimanfaatkan untuk bangunan. Penambangan bahan galian diizinkan sepanjang memenuhi ketentuan teknis. Bahan galian tersebut merupakan sedimen yang dapat dimanfaatkan sebagai suplai sedimen pada kawasan pantai, sehingga dapat melindungi kawasan pantai dari ancaman erosi.

- b. Berdasarkan penelitian dan perhitungan diperoleh :

1) Angkutan sedimen Batang Anai sebesar : 0,0017 m<sup>3</sup>/det

2) Penambangan bahan galian golongan C : 0,0020 m<sup>3</sup>/det

3) Angkutan sedimen sejajar pantai sebesar : 0,0054 m<sup>3</sup>/det

Dari hasil perhitungan tersebut dapat disimpulkan, bahwa penambangan bahan galian di Batang Anai telah melampaui batas kemampuan angkutan sedimen .

- c. Akibat dari pengambilan komoditas batuan jenis pasir dan kerikil pada alur sungai terjadi penggerusan yang cukup dalam. Dalam beberapa tahun terakhir alur sungai, dari bendung ke arah hilir sejauh ± 7 Km telah mengalami penurunan antara 1,50 - 3,00 m. Hal tersebut dapat membahayakan bangunan sungai yang ada, antara lain Bendung Batang Anai. Namun bilamana penurunan dasar sungai terus berlanjut, akibatnya bendung tersebut hancur. Di samping itu pada kawasan pantai terdapat angkutan sedimen sejajar pantai yang membutuhkan suplai sedimen. Dari hasil perhitungan tersebut terlihat, bahwa dari Batang Anai ternyata sudah tidak mampu lagi mensuplai sedimen ke arah pantai. Apabila angkutan sedimen sejajar pantai tersebut tidak terpenuhi, maka kawasan pantai akan terkena erosi. Demikian pula dengan Bandara Minangkabau dalam jangka panjang kemungkinan akan terkena dampaknya.

##### **4.2 Saran**

- a. Perlindungan terhadap kelestarian Batang Anai harus tetap mendapat perhatian, dipantau dan ditindaklanjuti oleh seluruh instansi terkait dan masyarakat, agar tidak mengganggu stabilitas Batang Anai dan juga pelestarian pada lokasi Bandara.

- b. Perlu terus dilakukan sosialisasi kepada instansi dan masyarakat pada setiap kesempatan agar di dalam mengelola sumberdaya air dan sumberdaya alam lainnya selalu mengikutsertakan masyarakat, sehingga mereka merasa memiliki dan sekaligus dapat menjaga kelestariannya.
- c. Penutupan penambangan bahan galian komoditas batuan jenis pasir dan kerikil di Batang Anai disarankan tetap dilaksanakan, karena dampak negatif yang merugikan jauh lebih besar dari pada keuntungan yang didapatkan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Van Te Chow, 1964, *Handbook of Applied Hydrology*, McGraw-Hill Company.
2. Surat Keputusan Gubernur Sumatera Barat Nomor 13 tahun 1996, *tentang Pelarangan Usaha Pertambangan Galian C di Batang Anai*.
3. Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 458 tahun 1986, *tentang Ketentuan Pengamanan Sungai dalam Hubungan dengan Penambangan Bahan Galian Golongan C*.
4. Soemarto, 1999, *Hidrologi Teknik*, Penerbit Erlangga.
5. The CERS Formula, 1982, *US Government Coastal Research Institute*, dalam Lecture notes on Coastal Engineering The Delft.
6. Ackers and White, 1973, *Sediment Transport: New Approach and Analysis*, dalam Lecture Notes on Sediment Transport The Delft.
7. Bambang Triatmodjo, 1999, *Teknik Pantai*, Penerbit Beta Offset.

TABEL PERHITUNGAN TINGGI GELOMBANG DAN SUDUT ARAH GELOMBANG

d	d/Lo	d/L	L	C = L/T	Sina= Csina/ Cos	α	Cosa	Cosa/ Cosa	Kr = $\sqrt{\frac{\text{COS}\alpha}{\text{COS}\alpha}}$	Ks	H=Kr. Ks.Ho	Hb = 0,78 db
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
10,00	0,1781	0,2091	47,82	7,97	0,7374	47,30	0,6755	0,7402	0,8603	0,9143	1,57	7,80
8,00	0,1425	0,1774	45,10	7,52	0,6976	44,14	0,7165	0,6978	0,8353	0,9142	1,57	6,24
6,00	0,1068	0,1470	40,82	6,80	0,6291	39,00	0,7773	0,6433	0,8021	0,9278	1,58	4,68
5,00	0,0890	0,1303	36,67	6,40	0,5921	36,16	0,8059	0,6204	0,7877	0,9434	1,58	3,90
4,00	0,0712	0,1148	34,84	5,81	0,5376	32,31	0,8432	0,5930	0,7700	0,9695	1,59	3,12
3,00	0,0534	0,0973	30,83	5,14	0,4755	28,23	0,8797	0,5684	0,7539	1,0134	1,59	2,34
<b>2,00</b>	<b>0,0356</b>	<b>0,0781</b>	<b>25,61</b>	<b>4,27</b>	<b>0,3951</b>	<b>23,16</b>	<b>0,9186</b>	<b>0,5443</b>	<b>0,7376</b>	<b>1,0892</b>	<b>1,60</b>	<b>1,56</b>
1,00	0,0178	0,0544	18,38	3,06	0,2831	16,26	0,9590	0,5214	0,7221	1,2746	1,84	0,78
0,50	0,0090	0,0331	15,11	2,52	0,2331	13,28	0,9725	0,5141	0,7170	1,3840	1,98	0,39
0,25	0,0045	0,0284	8,80	1,47	0,1360	7,48	0,9907	0,5147	0,7104	1,6920	2,40	0,19
0,10	0,0018	0,0154	6,50	1,08	0,0999	5,44	0,9950	0,5025	0,7089	1,9999	2,83	0,07