



DAFTAR ISI

Tinjauan Ulang Durabilitas Pada Beton oleh Armeyn	1
Pengaruh α -case Terhadap Elogasi (Regangan) Material Ti6AL4V Hasil Proses Superplastis Forming oleh Armila	12
Analisa Kerusakan Bantalan Bola Pompa Sentrifuga ZM 11 – W 375/04 di PDAM Kota Padang oleh Dedi Wardianto	19
Pengukuran dan Analisa Debit Sedimen Sungai Sumani di Kabupaten Solok Propinsi Sumatera Barat oleh Zuherna Mizwar, Naik Sinukaban, Budi Kartiwa dan Suria Darma Tarigan	29
Simulasi Pendulum Terbalik: Laboratorium Experimental oleh Firmansyah David	38
Analisa SWOT Pemasaran Pada Biro Jasa PT. TPA Travel Payakumbuh Sumatera Barat oleh Harry Yulianda	46
Minimasi Loss Function Crumb Rubber Menggunakan Metode Taguchi (Studi Kasus di PT. P&P Lembah Karet) oleh Yesmizarti Muchtiar, Dessi Mufti	52
Analisi Pengaruh Pengembangan Faktor-faktor Penunjang Pariwisata Terhadap Objek Wisata Pantai Air Manis Padang Sumatera Barat oleh Adek Kurnia	62
Proses Pengolahan Air Permukaan Tanah Menjadi Air Bersih untuk Memenuhi Kebutuhan Air Bersih Kampus UMSB oleh Trisna Putra	66
Laju Pembuangan Panas Pada Radiator Dengan Fluida Campuran 80% Air dan 20 % Radiator Coolant (RC) Pada Putaran Konstan 2000 Rpm oleh Hariadi	74
Strategi Pemasaran Pantai Carocok Painan untuk Meningkatkan Angka Kunjungan Wisatawan di Kabupaten Pesisir Selatan oleh Mardi Elfira	82
Analisa Laporan Keuangan Beberapa Lembaga Pendidikan Muhammadiyah di Sumatera Barat oleh Lelisuwita	87
Pengaruh Kepuasan atas Bukti Fisik (<i>tangible</i>) dan Daya Tanggap (<i>responsiveness</i>) Terhadap Loyalitas Pasien RSUD Sawahlunto oleh Adrizal Azmi	98
Nilai-nilai Bisnis Islami oleh Willson Gustiawan	102
Desain dan Implementasi Portal dengan Menggunakan CMS Joomla dalam Kerangka Menuju E-Learning oleh Vitriani	112
Kopetensi Standar Dapat Membantu Kinerja Manajer. Proyek Konstruksi Jalan oleh Elvi Syamsuir	128
Status Perkawinan Kedua Pelaku Poligami Setelah Putusan Hakim Pengadilan Negeri Klas I.B Bukittinggi oleh Nofil Gusfira	140

PENGUKURAN DAN ANALISA DEBIT SEDIMEN SUNGAI SUMANI DI KABUPATEN SOLOK PROPINSI SUMATERA BARAT

Oleh

Zuherna Mizwar¹; Naik Sinukaban²; Budi Kartiwa³ dan Suria Darma Tarigan³

ABSTRACT

The watershed of the Sumaniriver with an area of 521.3 km² is the center of agriculture, the center of Solok regency administration and the site of natural lake tourism. In this watershed, there are two major rivers, the Lembangriver and the Samani river. The two rivers meet in the middle of the watershed, that is, Solok city. The Sumaniriver empties into lake Singkarak with the average discharge of 10.75 m³/sec in 2009. The maximum discharge in 2009 was 26.47 m³/sec and the minimum was 4.41 m³/sec. The quick measurements of sediment discharge were done to get the data on the sediment discharge of (suspended load transport). The data collection of flow rate was performed with a method of 1 point, i.e. at 0.6 s (0.6 x the depth of the water surface, calculated from the surface to the bottom), where the average rate was 0.8 sec. The sediment measurements were carried out at five (5) points: Muaro pane, Koto baru, Koto ilalang, Koto panjang, and Dumani (awlr, Simpang AA). Discharge calculations were conducted with an arithmetic method using the middle interval. The analysis results of sediment and erosion indicated a poor grade for the land condition: 14.71 mm /year with an erosion of 64.86 tons / ha / year. The average discharge measurement was 6.30 m³/sec.

Keywords: sediment discharge, erosion, and flow rate

PENDAHULUAN

Sedimentasi merupakan dampak lanjutan dari terjadinya erosi di daerah hulu sungai, yang diakibatkan oleh limpasan. Hilangnya vegetasi (hutan) pada suatu daerah aliran sungai, selain menyebabkan limpasan juga sekaligus meningkatkan laju erosi. Erosi yang berlangsung secara terus menerus pada musim hujan dapat menyebabkan hilangnya lapisan tanah atas yang subur (*top-soil*), yang kemudian terbawa aliran sungai dan seterusnya menyebabkan sedimentasi di sungai. Endapan sedimentasi akan menyebabkan pendangkalan sungai. Endapan sedimen tergantung pada parameter utama sungai itu yakni besarnya debit sungai dan kemiringan sungai. Selain itu pengendapan juga tergantung dari besarnya ukuran butiran yang masuk kebagian sungai serta kapasitas mengalirkan sedimen dari bagian sungai itu sendiri. Jika sedimen yang masuk ke sungai/bagian sungai itu tidak dapat dihanyutkan yang disebabkan oleh kemiringan yang berkurang dari bagian itu, maka akan terjadi pengendapan yang menyebabkan dasar sungai akan naik. Ini menyebabkan sungai menjadi dangkal, aliran sungai akan terbagi – bagi dan jika dibiarkan sungai tersebut akan bercabang.

Sungai dengan bentuk dan ukuran yang berbeda serta berbagai permasalahannya dengan lingkungan menjadikan debit aliran berbeda. Debit aliran sungai adalah jumlah air yang mengalir melalui tampang melintang sungai tiap satu satuan waktu yang dinyatakan dengan meter kubik per detik (m³/detik). Debit aliran yang keluar dari ujung bawah (outlet) suatu DAS selalu menjadi perhatian untuk evaluasi hidrologis, terutama debit banjir (*flood flows*) dan debit puncak (*peak flows*). Kedua jenis aliran

¹ Mahasiswa Sekolah Pascasarjana IPB, Program Studi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.

² Ketua Komisi Pembimbing

³ Anggota Komisi Pembimbing

air dalam sungai menjadi indikator respons DAS oleh karena adanya masukan yang berupa hujan. Dalam hal ini perlu ditekankan bahwa dalam evaluasi hidrologi dalam skala DAS, penting sekali untuk memperoleh data aliran yang bervariasi, dari mulai aliran kecil (*low flows*) hingga debit banjir (*peak flows*) (Asdak, 2001).

DAS Sumani yang terletak di Kab/Kota. Solok merupakan daerah yang kondisinya paling buruk. Sungai Lembang dan Sumani yang melintasi DAS Sumani menghadapi permasalahan kekurangan persediaan air dan rendahnya kualitas air karena tingginya sedimen. Permasalahan yang terjadi karena pembukaan hutan untuk perluasan areal pertanian dan perkebunan sayur-sayuran (Farida *et al.* 2005). Pada saat ini pemerintah daerah Solok lagi memusatkan pengembangan Kab/Kota solok untuk pariwisata dan pusat pemerintahan. Dimana telah dibuka pembangunan untuk lokasi wisata tiga danau yang dikenal dengan wisata *Taswalang Resort* (danau Diatas, danau Dibawah dan danau Talang) yang hanya beradius 3 km. Pemerintah daerah Solok telah membangun, jalan penghubung ketiga danau serta penginapan untuk melengkapai sarana dan prasarana objek wisata. Kemudian pemerintah daerah Solok juga telah membangun gedung-gedung pemerintahan, karena daerah ini juga dijadikan sebagai ibukota kabupaten Solok (Arosuka). Pengembangan pembangunan ini semuanya terletak di hulu sungai sumani dan lembang. Pengembangan pembangunan ini telah menyebabkan perubahan terhadap penggunaan dan pengelolaan lahan dan bahkan terjadi perambahan hutan dan lahan. Akibat dari semua ini menimbulkan peluang besar bagi terbentuknya lahan terbuka dan lahan kritis yang sangat rentan terhadap erosi tanah.

Oleh karena itu, untuk mengantisipasi dan menanggulangi permasalahan erosi dan sedimentasi perlu dilakukan Kajian Erosi dan Sedimentasi pada DAS Sumani. Kajian ini difokuskan pada pengukuran sedimentasi. Mengingat pada daerah Sumani ini belum ada data pengukuran sedimen yang dipublikasikan. Maka tujuan dari tulisan ini adalah melakukan pengukuran dan pengolahan data sedimen pada DAS Sumani agar dapat diketahui besarnya sedimen yang menyebabkan kekeruhan air sungai. Hasil olahan data sedimen berupa curva sedimen. Hasil sedimen yang didapat akan dipakai untuk memprediksi erosi pada daerah DAS Sumani.

METODOLOGI PENELITIAN

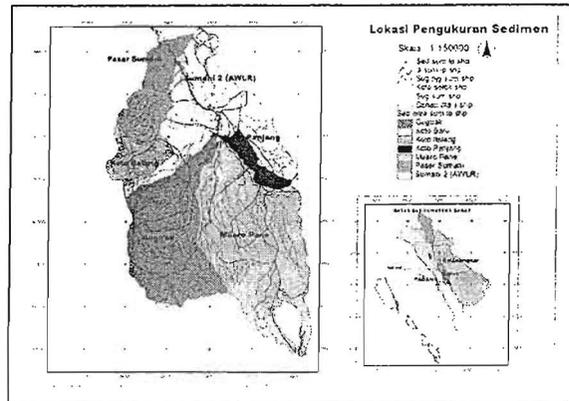
A. Bahan dan Alat

Peralatan yang digunakan dalam melakukan pengukuran debit sedimen *Currentmeter* (alat pengukur kecepatan aliran sungai digital) Global Logger FP – 101, Pengukur sedimen digital Global Logger WQ – 770, Alat ukur waktu dan meteran, GPS, Kamera dan Komputer. Bahan yang digunakan adalah peta DAS Sumani skala 1: 20, Blanko pengamatan TMA, debit air (Q), dan debit suspensi (Qs) dan tali (tambang).

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Secara administrative DAS Sumani berlokasi di beberapa kecamatan yang masuk kedalam Wilayah Kabupaten Solok dan Wilayah Kota Solok. Posisi lokasi penelitian berada pada $0^{\circ} 32' - 1^{\circ} 45'$ LS dan $100^{\circ} 27' - 101^{\circ} 41'$ BT dengan ketinggian $\pm 400-900$ m dari permukaan laut. Lokasi berjarak ± 60 Km dari arah timur Kota Padang. Adapun lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**. Pengukuran dilakukan pada beberapa titik di sungai sumani dan Lembang pada musim hujan dan kemarau pada bulan Juni 2009, Oktober 2009, Januari 2010 dan April 2010.

Gambar 1. LOKASI PENELITIAN



C. Metodologi

Pada penelitian ini lokasi pengukuran diambil bersamaan dengan lokasi pos duga air, pada daerah yang lurus dengan aliran yang tenang, dan tidak terdapat aliran anak sungai serta adanya pengambilan dari sungai. Bila dilihat dari bentuk penampang melintang, penampang sama saat musim hujan dan kemarau.

Pengolahan data dilakukan dengan metode penghitungan debit sedimen sesaat, dimana pada waktu tertentu debit muatan sedimen melayang adalah hasil perkalian konsentrasi dan debit (Soewarno,1991)

$$Q_s = 0.0864 * C * Q$$

Dimana: Q_s = debit sedimen melayang (Ton/hari)

C = konsentrasi sedimen melayang (mg/l atau g/m^3)

Q = debit (m^3/det)

Sebenarnya proses sedimentasi erat kaitannya dengan proses erosi, karena sedimen merupakan angkutan, endapan dan pemadatan dari proses yang kompleks dari awalnya adalah erosi. Berawal dari jatuhnya hujan di tempat-tempat yang kosong tanpa pelindung, akan menyebabkan energi kinetik yang mengikis permukaan tanah dan akan dibawa ke sungai. Di sungai partikel tanah akan berpindah secara terus menerus menurut arah aliran yang membawanya menjadi angkutan sedimen yang dapat diukur di lokasi SPAS (pos duga air/AWLR). Namun tidak semua besarnya erosi akan terbawa aliran sungai oleh karena itu harus ditentukan harga *sediment delivery ratio* sebagai berikut;

$$SDR = \frac{\text{Sedimen yang terangkut}}{\text{Besarnya erosi}}$$

Besarnya SDR tergantung daripada luas DAS, kemiringan dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi erosi DAS dan besar pengangkutan sedimen dialur sungai (Soewarno,1991). Hubungan luas DAS dan SDR dapat digunakan harga SDR pada tabel 1 berikut;

TABEL 1. Hubungan antara luas das dengan rasio penghanta Sedimen

NO	Luas DAS (Km ²)	SDR %
1	0,1	53
2	0,5	39
3	1	35
4	5	27
5	10	24
6	50	15
7	100	13
8	200	11
9	500	8.5
10	26000	4.5

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sedimentasi adalah suatu kepingan material yang berasal dari hasil proses erosi di hulu. Sedimen atau angkutan kadar lumpur dalam air akan diendapkan pada suatu tempat di hilir dimana disaat kecepatan aliran berkurang, yang menyebabkan kecepatan angkutan butiran material suspensi lebih kecil. Indikator terjadinya sedimentasi kadar lumpur dapat dilihat dari kekeruhan air sungai, atau banyaknya endapan sediment pada badan-badan air seperti sungai, danau dan waduk.

Sedimen merupakan salah satu indikator penentu kesehatan suatu Daerah Aliran Sungai (DAS). DAS diartikan sebagai suatu kawasan yang dibatasi oleh batasan-batasan topografi secara alami yang merupakan wilayah hidrologi dengan sungai sebagai komponen utama untuk mengalirkan setiap air hujan, sedimen dan unsur lainnya ke suatu outlet sungai atau titik pengukuran suatu sungai. Makin besar kadar sedimen yang terbawa oleh aliran sungai berarti kondisi DAS makin tidak sehat.

Besarnya kandar muatan sedimen dalam aliran air dinyatakan dalam besaran laju sedimentasi per tahun. Laju sedimentasi harian dari pengukuran yang dilakukan Q_s dalam ton/hari dapat dijadikan dalam ton/ha/th dihitung dengan membagi nilai Q_s dengan luas DAS. Dengan nilai Q_s dalam ton/ha/th selanjutnya dikonversikan menjadi Q_s dalam mm/tahun dengan mengalikannya dengan berat jenis (BJ) tanah, sebagai nilai tebal endapan sedimen. Berat jenis tanah sebaiknya diukur berdasarkan analisis sifat fisik tanah di daerah yang bersangkutan. Sebagai gambaran Berat Jenis tanah pada berbagai macam tekstur tanah dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Table 2 Berat jenis tanah pada berbagai macam tekstur tanah

No	Tekstur Tanah	Berat Jenis
1	Pasir (Sandy)	1.65 (1.55 - 1.80)
2	Lempung berpasir (sandy loam)	1.50 (1.40 - 1.60)
3	Lempung (loam)	1.40 (1.35 - 1.50)
4	Lempung berliat (clay loam)	1.35 (1.30 - 1.40)
5	Liat berdebu (silty loam)	1.30 (1.25 - 1.35)
6	Liat (clay)	1.25 (1.20 - 1.30)

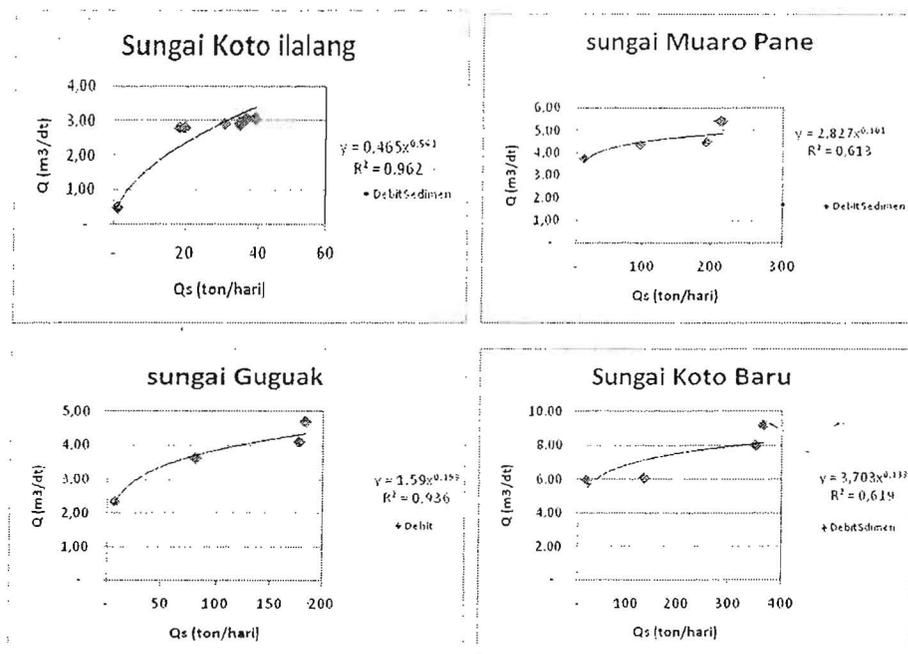
Sumber : Beasley & Huggins (1991)

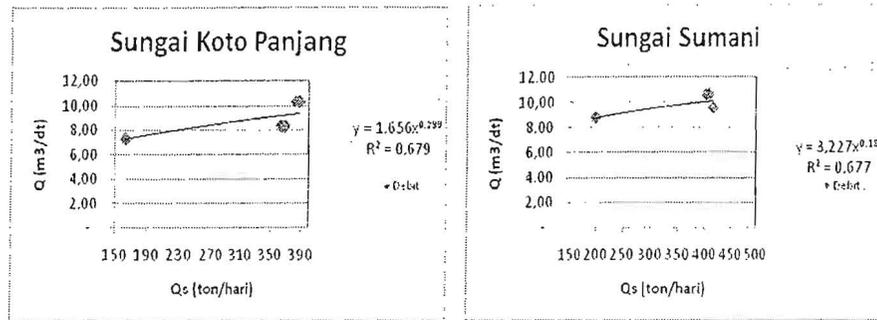
Besarnya kadar muatan sedimen dalam aliran air yang dinyatakan dalam besaran laju sedimentasi per tahun yang dihitung dengan rumus:

$$Q_s = 0.0864 \times C \times Q$$

dengan asumsi kerapatan air (water density) = 1.0 g/cm³ dan kerapatan partikel sedimen 2.65 g/cm³ serta bahan padat terlarut kurang dari 10000 ppm, hasil perhitungan debit sedimen pada masing-masing lokasi pengukuran dapat dilihat pada **tabel 3**. Berdasarkan data hubungan antara debit sungai dan debit suspensi yang ada, kurva lengkung debit suspensi dengan persamaan debit suspensi yaitu pada : Koto Ilalang $Y = 0.465 X^{0.541}$, Muaro Pane $Y = 2.827 X^{0.101}$, Guguak $Y = 1.59 X^{0.193}$, Koto Baru $Y = 3.703 X^{0.133}$, Koto Panjang $Y = 1.656 X^{0.290}$, Sumani $Y = 3.227 X^{0.189}$. **(Gambar 2)**

Berdasarkan lengkung debit sedimen dan persamaan garis lengkungnya dihitung debit suspensi harian. Hasil debit suspensi harian yang terjadi pada lokasi pengukuran dikalikan dengan berat jenis, yang kemudian dibagi dengan luas area dan jumlah hari setahun. Dari batasan nilai yang diizinkan maka hasil sedimen pada daerah penelitian menggambarkan kondisi **JELEK**.





Gb.2 Grafik hubungan debit dan sedimen

Table 3 Sedimentasi pada lokasi pengukuran

LOKASI	Qs (mm/th)	Keterangan
Koto Ilalang	3,96	sedang (2-5)
Muaro Pane	3,97	sedang (2-5)
Guguak	5,44	jelek (> 5)
Koto Baru	4,11	sedang (2-5)
Koto Panjang	67,61	jelek (> 5)
Sumani	3,18	sedang (2-5)
Rerata	14,71	jelek (> 5)

Table 4 Perkiraan erosi berdasarkan nilai SDR

LOKASI	Qs (Ton/ha/th)	Kategori
Koto Ilalang	15,88	Baik (15 - 60)
Muaro Pane	27,92	Baik (15 - 60)
Guguak	39,75	Baik (15 - 60)
Koto Baru	32,17	Baik (15 - 60)
Koto Panjang	244,65	jelek (180 -480)
Sumani (AWLR)	28,81	Baik (15 - 60)
Rerata	64,86	sedang 960 -180)

Artinya perlu penanganan yang serius terhadap lahan agar nilai sedimen dapat diminimalkan. Caranya adalah dengan penghijauan, pengolahan pertanian dengan baik dan sesuai dengan kaidah konservasi tanah dan air. Yang lebih penting lagi adalah bagaimana mentrasfer pengertian kepada pemakai lahan (petani) bahwa erosi adalah hal yang berbahaya untuk daerah ini.

Nilai debit suspensi yang didapat adalah termasuk jelek dengan nilai rata-rata 14.71 mm/th. Nilai kadar lumpur rata-rata yang diuji oleh team laboratorium fisika tanah Bogor adalah 11.9% . Sample uji adalah pada daerah Koto panjang, Koto Hilalang, Batang Lembang dan Sumani (simpang AA).

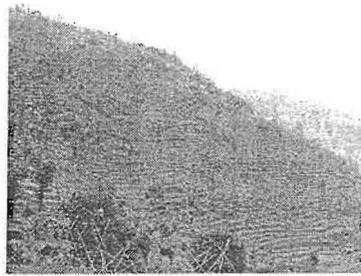
Tingginya nilai debit sedimen dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti; faktor lingkungan, perubahan iklim, karakteristik fisik DAS terutama luas daerah tangkapan air. Sebagaimana yang diketahui bahwa sedimen adalah merupakan hasil dari proses erosi pada permukaan lahan yang dibawa oleh aliran sungai dan diendapkan pada daerah hilir yang aliran sungainya mulai lambat pada kemiringan sungai yang landai. Kandungan sediment ini merupakan pelapukan batuan yang berupa

partikel-partikel tanah. Apabila dilihat dari bahan induk tanah yang terdapat pada areal penelitian yaitu dominan tanah inceptisol yang merupakan group tektonik dan vulkanik maka endapan sedimen yang terjadi merupakan daerah yang subur yang kaya akan organik. Jadi sebenarnya endapan sedimen tidak selalu berbahaya bahkan sangat menguntungkan apabila daerah ini jadi daerah pertanian. Tapi kenapa berbahaya untuk lokasi ini?. Karena outlet dari sungai ini adalah sebuah Danau yaitu danau Singkarak. Di mana endapan sedimen akan menyebabkan pendangkalan danau dan akan menyebabkan rusaknya kualitas air dan fasilitas yang sudah dibangun pada danau seperti PLTA. Apalagi saat ini pemerintah Sumatera Barat menjadikan Danau Singkarak sebagai objek wisata alam, kebersihan air danau adalah hal penting.

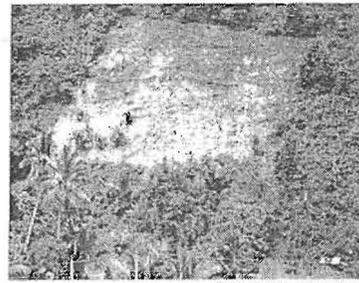
Selain alam, lingkungan merupakan faktor penyebab meningkatnya sedimen pada suatu daerah. Pengukuran yang dilakukan pada daerah yang penduduknya banyak dan mempunyai aktivitas yang padat seperti di daerah pasar dan terminal akan memperlihatkan konsentrasi sedimen yang lebih tinggi dari daerah yang mempunyai sedikit aktivitas. Ini dapat dilihat pada daerah Koto Panjang, Guguak dan Koto Baru. Daerah yang disebutkan di atas merupakan daerah pasar, terminal dan pusat kota Solok.

Hasil erosi rata-rata sebesar 64.86 ton/ha/th merupakan nilai **SEDANG** mendekati nilai jelek. Kondisi ini harus dihindari dan perlu penanganan dengan baik. Erosi merupakan gambaran dari kerusakan sebuah lahan dan apabila bagian dari lahan yang tererosi masuk ke perairan akan menjadi sedimen. Oleh sebab itu hasil pengukuran terhadap sedimen sungai dapat dipakai untuk memperkirakan nilai erosi daerah sekitar lokasi pengukuran sedimen. Caranya adalah dengan menentukan nilai Sedimen Delivery Rasio (SDR). SDR dihitung berdasarkan total erosi yang terjadi disuatu tangkapan air. Dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan pada DAS, maka nilai SDR dapat diperkirakan. Dengan bantuan nilai SDR maka ditentukan nilai total erosi pada suatu titik pengukuran sedimen yaitu nilai sedimen dibagi dengan nilai SDR. Dari persamaan yang digunakan dinyatakan bahwa faktor utama yang mempengaruhi SDR adalah karakteristik DAS seperti: luas, panjang sungai, kemiringan sungai, kerapatan dan corak dari suatu DAS. Namun secara umum faktor terjadinya erosi dapat digolongkan pada faktor alam dan faktor pengaruh aktifitas manusia. Secara alamiah erosi selalu terjadi karena alam akan selalu menuju keseimbangan sehingga erosi alamiah tidak akan mendatangkan bencana. Apabila erosi disebabkan oleh aktivitas manusia maka ini perlu dikendalikan agar tidak terjadi kerusakan alam sehingga mendatangkan bencana bagi alam. Aktivitas manusia yang menyebabkan erosi diantaranya adalah: penebangan hutan yang berlebihan, pertanian berpindah, pengolahan tanah yang tidak sesuai dengan konservasi tanah dan air.

Berdasarkan hasil erosi kemungkinan kerusakan lahan terjadi karena aktivitas manusia. Ini terlihat di lapangan yaitu ditemukan beberapa lahan yang terbuka pada lereng bukit yang merupakan bekas areal tanaman sayuran. Selain pertanian berpindah juga terlihat bekas penebangan hutan dan lahan terbuka sebagai areal untuk rencana pembuatan jalan baru.



Lokasi Penanaman Sayuran
Kampung Batu Dalam Danau
Dibawah



Lahan terbuka pada lereng
Daerah Guguk Rantau
Lokasi Bendung Kuok

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisa sedimen dan erosi pada daerah DAS Sumani di Kab Solok menunjukkan nilai yang tinggi yaitu melebihi nilai batas untuk sedimen dan erosi. Hasil rata-rata pengukuran sedimen pada lima (5) titik pengukuran yaitu di Muaro pane. Koto baru, Koto ilalang, Koto panjang, dan Sumani (awlr, Simpang AA) adalah, 14.71 mm/tahun dengan erosi sebesar 64.86 ton/ha/tahun.

Disarankan untuk melakukan perbaikan hutan, pemanfaatan daerah lereng untuk pertanian sesuai dengan kondisi sebagaimana mestinya yaitu sesuai dengan tatacara pertanian yang baik mengacu pada konservasi tanah dan air.

PUSTAKA

- Arsyad, S. 1989, 2006. *Konservasi Tanah dan Air*, Penerbit IPB (IPB Press). Bogor.
- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Yogyakarta. 571 hal.
- Chow V.T., Maidment D.R., mays L.W., 1988, *Applied Hydrology*, Mc. Grow-Hill Book Company, Singapore
- Dandekar, M.M., Sharma, K.N., 1991, *Pembakit Listrik Tenaga Air*, Penerbit Universitas Indonesia
- Farida, K. Jeanes, D. Kurniasari, A. Widayanti, A. Ekadinata, D. P. Hadi, L. Joshi, D. Suyanto, and M. V. Noordwijk., 2005, Rapid Hydrological Appraisal (RHA) of Singkarak Lake in the Context of Rewarding Upland Poor for Environmental Services (RUPES). Bogor. Working Paper.
- Imam Subarkah, 1980, *Hidrologi untuk Perencanaan Bagunan Air*, Penerbit Idea Darma, Bandung
- Linsley R.K., Franzini J.B., 1989, *Teknik Sumberdaya Air*, Penerbit Airlangga, Jakarta
- Mock, F.J., 1973, *Land Capability Appraisal and Water Availability Appraisal*, Indonesia UDDP/FAO, Bogor.
- Seyhan E., 1990, *Dasar Dasar Hidrologi* (terjemahan), Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Soemarto, C.D. 1987. *Hidrologi Teknik*, Usaha Nasional. Surabaya.
- Sosrodarsono, S., Takeda K., 1978. *Hidrologi untuk pengairan*, PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Soewarno, 1991. *Hidrologi, Pengukuran dan Pengolahan Data aliran Sungai (Hidrometri)*, Penerbit Nova, Bandung.

- Soewarno, 1995. *Hidrologi, Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*, Penerbit Nova, Bandung.
- Wilson E.M., 1993, *Hidrologi Teknik* (terjemahan), Penerbit ITB Bandung.
- Yang,Z.F., T.Sun., Cui,B.T., Chen, B., Chen, B.Q., 2009, *Enviromental Flow Requirements for Integrated Water Resources Allocation in the Yellow River Basin, Cina.*, Science Direct 14 (2009) 2469-2481, www.elsevier.com/locate/cnsns 2 Desember 2008.