

PENERAPAN TEKNIK SABO UNTUK PENGENDALIAN DAYA RUSAK AIR DI DATARAN TINGGI DIENG

APPLICATION OF SABO TECHNIQUE IN CONTROLLING THE WATER DESTRUCTIVE FORCE IN DATARAN TINGGI DIENG

Singgih Haryono¹⁾ Arif Rahmat Mulyana²⁾ Soewarno³⁾ Arif Subagyo⁴⁾

¹⁾Bappeda Kab. Banjarnegara, Jl. Dipayuda NO 30 A Telp (0286)591142

^{2,3,4)}Balai Sabo, Pusat Litbang Sumber Daya Air, Badan Litbang Pekerjaan Umum,
Sopalan Maguwoharjo, Depok Sleman, Yogyakarta
E-Mail: arifmulyana@yahoo.com

Diterima: 18 Juni 2012; Disetujui: 16 Oktober 2012

ABSTRAK

Kondisi lingkungan di Dieng sudah menampakkan adanya kerusakan yang cukup serius, oleh karena itu upaya penyelamatan dan rehabilitasi kawasan Dieng menjadi sangat penting dan perlu didukung agar dapat dikelola dan dikembangkan secara terintegrasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengendalikan aliran lumpur di alur pada lereng yang telah rusak oleh aktivitas manusia maupun proses alam. Penerapan teknik sabo dilakukan dengan membangun contoh prototipe bangunan sabo dam mikro yang berfungsi untuk mengukur volume aliran lumpur pada petak lahan kentang. Pembuatan peta erosi menggunakan metode USLE dengan pendekatan Sistem Informasi Geografis dilakukan untuk mengetahui potensi tingkat erosi dominan. Hasil sementara menunjukkan bahwa prototipe dapat mengurangi aliran lumpur yang mengalir ke hilir dengan tingkat efektivitas antara 53% sampai dengan 96%. Hasil pengukuran di lokasi prototipe menghasilkan persamaan matematis hubungan antara hujan dan angkutan sedimen dengan korelasi yang kuat sebesar 0.9 dengan persamaan $Y = 0.615x^{0.373}$ dimana peningkatan hujan akan menyebabkan peningkatan aliran lumpur mengikuti persamaan tersebut.

Kata Kunci: Dieng, erosi, aliran lumpur, teknik sabo, sabodam micro, metode USLE

ABSTRACT

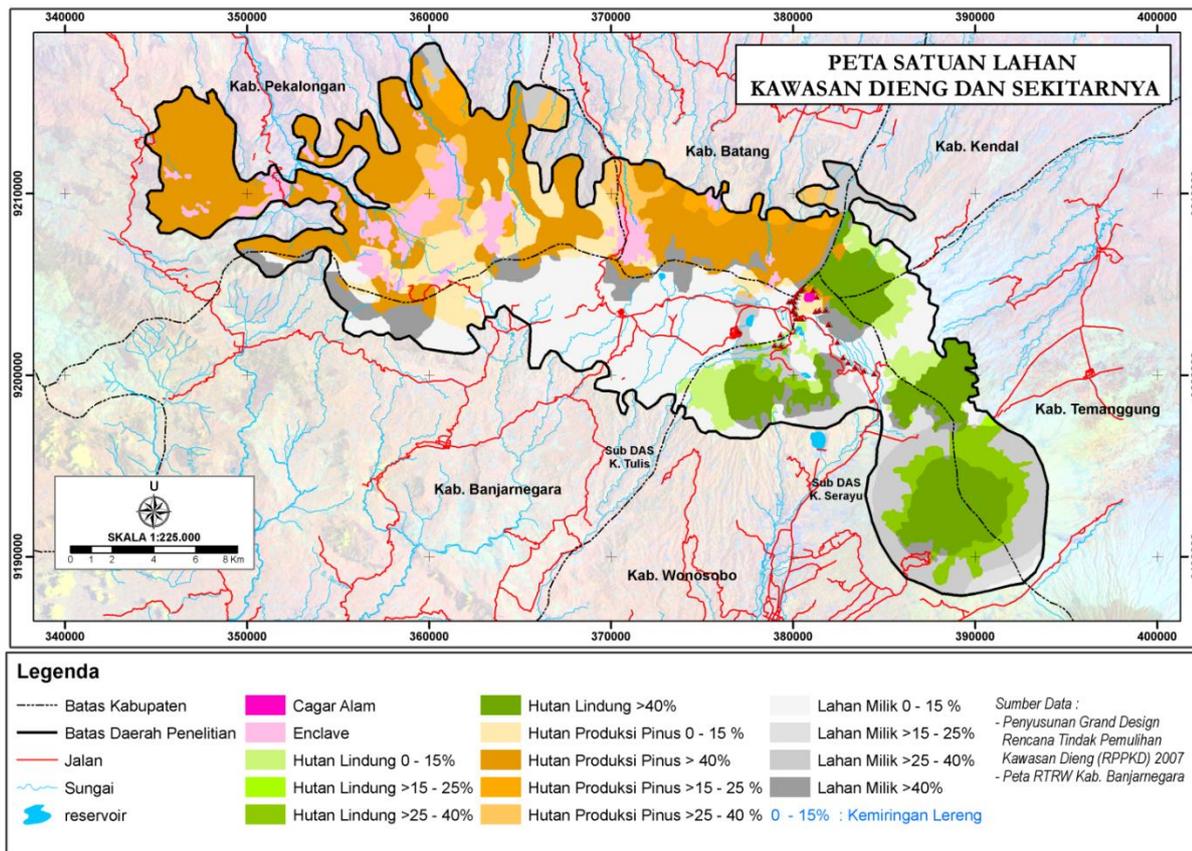
Environmental conditions in Dieng have revealed the existence of a sufficiently serious damage. Therefore, rescue and rehabilitation efforts in the Dieng plateau become very important and should be supported in order to be managed and developed in an integrated manner. The purpose of this study is to control mud flow in the grooves on the slopes that were damaged by both human activities and natural processes. Application of sabo technique was done by constructing a micro sabo dam prototype which served to measure the volume of mud flow on the potato plots. The erosion map using the USLE method by Geographic Information System is conducted as a basis for controlling mud flow. Preliminary results showed that the prototype can reduce mud flow that flows downstream to the level of effectiveness from 53% to 96%. The results of measurements at prototype location produce mathematic equations of the relationship between rainfall and sediment transport with a strong correlation of 0.9 with equation $Y = 0.615x^{0.373}$, where following this equation increasing rainfall will lead to an increased mudflow.

Keyword: Dieng, erosion, mud flow, sabo technique, sabodam, USLE method

PENDAHULUAN

Dataran Tinggi Dieng, seperti diperlihatkan pada Gambar 1 (Bappeda, 2007), terletak pada posisi geografis 7° 12' LS dan 109° 54' BT dan merupakan dataran tinggi tertinggi kedua di dunia setelah Nepal.

Setiap hujan turun dengan deras, kawasan ini selalu mengalami banjir lumpur, akibat adanya erosi dari pegunungan yang dijadikan lahan pertanian kentang yang tidak bisa menahan aliran air.



Sumber: Bappeda, 2007

Gambar 1 Lokasi Dataran Tinggi Dieng

Daerah ini merupakan hulu dari beberapa DAS di Kabupaten Banjarnegara, Wonosobo, Temanggung, Kendal, Batang, dan Pekalongan di Provinsi Jawa Tengah.

Masalah yang terjadi di kawasan Dieng adalah degradasi lingkungan karena pemanfaatan lahan dan alih fungsinya yang kurang cermat. Sebagai contoh, budidaya kentang hanya mengejar produksi namun kurang memedulikan kelestarian lingkungan. Degradasi lingkungan tersebut menimbulkan berbagai dampak antara lain terjadinya banjir lumpur, longsor, sedimentasi di Waduk Mrica dan sungai sepanjang Daerah Aliran Sungai Serayu, polusi udara dan kerusakan tanah.

Tujuan penelitian ini adalah mengembalikan fungsi hidrologi DAS, sesuai dengan program pemerintah Kabupaten Banjarnegara dalam upaya rehabilitasi hutan dan sumber – sumber alam serta mengurangi bencana banjir, longsoran tebing dan kekeringan serta mengurangi laju sedimentasi Waduk Mrica.

KAJIAN PUSTAKA

1 Teknosabo

Kata sabo berasal dari bahasa Jepang, *sa* berarti pasir (*sand*), *bo* berarti pengendalian (*prevention*). Jadi *sabo* berarti pengendalian pasir,

yang secara umum berarti pengendalian erosi dan sedimentasi (ISDM Project, 2006). Pada prinsipnya tekno sabo adalah suatu teknologi yang digunakan untuk mengendalikan aliran sedimen yang terangkut oleh aliran sungai ataupun untuk mencegah atau mengurangi aliran debris atau lumpur di daerah sumber sedimen. Beberapa variasi penanganan sedimen menggunakan tekno sabo menurut *Lake Biwa Works Office* (opcit Fauzi, B.A., 2006) adalah :

- a Konservasi, yaitu penanganan di lereng perbukitan yang telah rusak baik oleh aktivitas manusia maupun oleh proses alam. Penanganan ini terdiri dari penanaman pepohonan pada lereng terjal, dimana akar tanaman akan memperbaiki kondisi tanah dan mencegah longsor.
- b Sabo Dam, yang digunakan untuk mengendalikan sedimen berbutir kasar di alur sungai dan melepaskan sedimen berbutir halus ke hilir.

Kanal, yaitu terdapat dataran dimana sungai masuk ke sebuah lembah yang dasar sungainya lebih tinggi dari dataran disekitarnya.

Hasil laporan Indonesia Power menunjukkan Volume waduk awal (1988) sebesar 148,287 juta m³ dan setelah 16 tahun beroperasi (2004) volume waduk sudah berkurang menjadi 81,187 juta m³ karena kapasitas tampung waduk sebesar 67,100 juta m³ (45,25%) telah dipenuhi oleh sedimen sehingga perlu adanya upaya pengendalian sedimen terutama di daerah hulu salah satunya melalui pengembangan teknosabo.

2 Studi terdahulu

Dalam kegiatan pengelolaan DAS di kabupaten Wonogiri tahun 1994 - 2003, yang terdiri dari:

- 1) Program konservasi tanah dan air, meliputi kegiatan fisik dan nonfisik. Kegiatan fisik meliputi konservasi mekanis dan agronomis, berupa manajemen lereng dengan membuat teras bangku, manajemen lahan berotasi dengan penghutan dan pengembangan hutan rakyat, manajemen parit/selokan dengan membuat bangunan pengendali parit (*gully plug*), embung dsb. Sedangkan kegiatan nonfisik ditujukan untuk menumbuhkan minat dan mendorong masyarakat dalam usaha tani dan konservasi serta meningkatkan kesadaran, kemauan dan kemampuan masyarakat agar lebih berperan serta dalam penghijauan dan rehabilitasi lahan. Tabel 1 memperlihatkan konservasi yang telah dilakukan pada DAS Wonogiri tahun 1994-2003.
- 2) Pembangunan sabo dam di Kali Lumajang-Linggasari yang bertujuan untuk mengendalikan sedimentasi Waduk Mrica. Dari analisis data diperoleh angkutan sedimen sungai yang masuk Waduk Mrica 4,20 juta m³/tahun dan yang harus dikendalikan menggunakan sabo dam kira-kira sebesar 1,90 juta m³/tahun (45%), yaitu berupa angkutan sedimen dasar (*bed load*), dan sisanya berupa sedimen suspensi (*suspended load*) sebesar 2,30 juta m³/tahun (55 %) yang umumnya dapat direduksi dengan cara konservasi lahan (Soewarno, dkk. 2006).

METODOLOGI

Penulisan makalah ini dilaksanakan dengan metodologi meliputi:

- 1) Studi pustaka berdasarkan buku dan tulisan yang terkait serta hasil penelitian terdahulu;
- 2) Inventarisasi peta dan data berupa peta rupa bumi, data hidrologi;
- 3) Survei dan pengukuran di lokasi protipe;
- 4) Pembuatan sabodam mikro untuk menghitung laju erosi dan kapasitas tampung pada suatu lahan kentang tertentu;
- 5) Analisis data.

HASIL PENELITIAN

1 Perhitungan erosi lahan

Perhitungan erosi lahan dengan menggunakan persamaan USLE sebagai berikut (Wischmeier and Smith, 1978):

$$A = R.K.(LS).CP \quad 1)$$

Keterangan:

A = Jumlah tanah yang hilang (rata-rata tahunan) dalam ton/ha.

R = Erosivitas hujan/ *erosivity*

K = Faktor erodibilitas (kepekaan tanah terhadap erosi).

LS = Faktor kemiringan lereng.

CP = Faktor jenis vegetasi/ tanaman dan pengendalian erosi/pengolahan tanah tersaji pada Tabel 2.

Setiap parameter yang mempengaruhi erosi diberi bobot, kemudian nilai bobot tiap parameter dikalikan, di-*overlay* dan dianalisis hasilnya. Berdasarkan data yang diperoleh dari Stasiun Curah Hujan Pejawaran tahun 1979-2010, diperoleh nilai erosivitas hujan di Dieng rata-rata tahunan adalah sekitar 3342. Nilai ini merupakan nilai yang menyeluruh di seluruh DAS. Jenis tanah dominan di Dataran Tinggi Dieng berupa latosol dan litosol dengan faktor erodibilitas (K) rata-rata sebesar 0,29. Jenis tanah tersebut secara umum dikategorikan memiliki daya erosi yang sangat tinggi. Kemiringan lereng di Dataran Tinggi Dieng didominasi oleh tingkat keterlereng antara 25-40%. Berdasarkan data-data tersebut, diperoleh jumlah rata-rata tanah yang hilang sebesar 480 ton/ha/tahun. Gambar 2 memperlihatkan hasil perhitungan erosi lahan yang terdistribusi berdasarkan ruang dan memiliki tingkat erosi tertentu.

2 Pembuatan prototipe sabodam mikro

Lokasi Penelitian berada di Bakal (Dieng), Kecamatan Batur Banjarnegara. Survei lapangan pembuatan prototype, dilaksanakan di alur intermiten atau di saluran pembuang lahan usaha tani sayuran dengan pertimbangan tepat untuk membangun ambang sesuai dengan ketentuan SNI dan berfungsi sebagai sabodam mikro.

Pengamatan dan pengukuran di lokasi prototype sabodam mikro meliputi curah hujan, contoh sedimen pada debit tertentu dan volume lumpur. Perhitungan kapasitas tampung sabo dam tipe tertutup dihitung berdasarkan data geometri palung sungai diukur menggunakan alat ukur pemetaan & GPS.

Hasil dari pengukuran di lapangan dihitung stabilitasnya dan digambarkan dalam bentuk desain sabodam mikro dan setelah pekerjaan

lapangan bila ada revisi gambar, desain diubah menjadi gambar setelah pekerjaan. Pada sabo dam mikro, volume aliran permukaan selama satu hari kejadian hujan diukur pada bak ukur debit

berjenjang, yang setiap jenjang ditentukan volume tampungannya. Volume lumpur diukur pada ketebalan lumpur yang tertampung pada bak ukur lumpur setiap kali sehabis hujan.

Tabel 1 Sebagian jenis konservasi DAS Waduk Wonogiri 1994/1995 – 2003

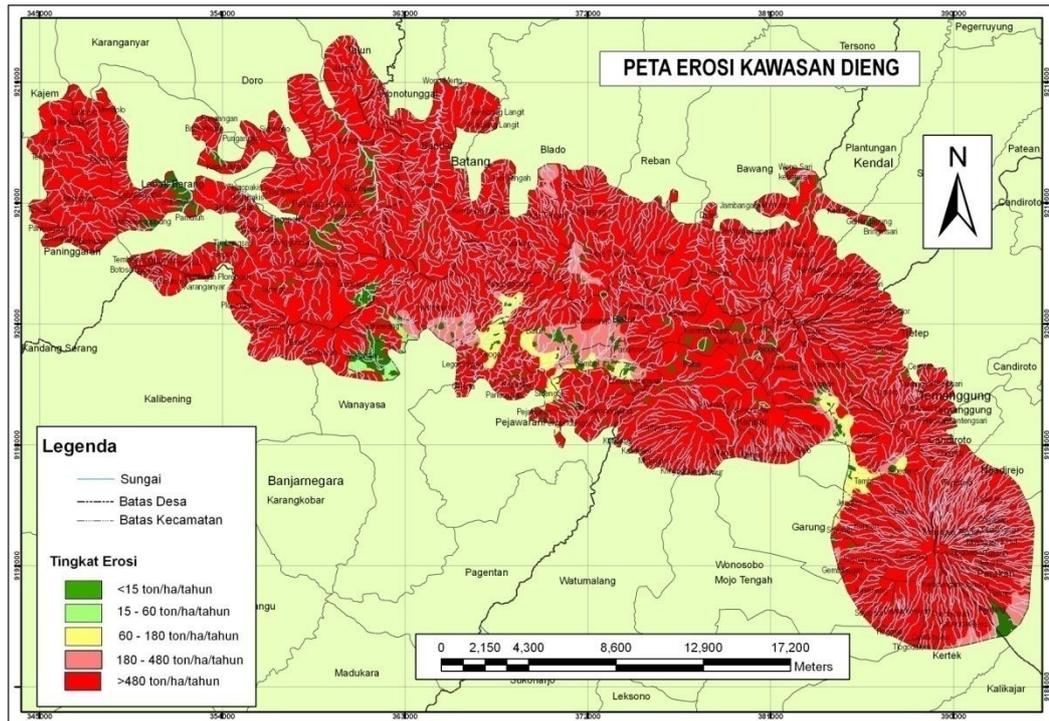
No	Jenis kegiatan	Satuan	Volume	Keterangan
1	Teknik Sipil			
	Dam penahan sedimen (<i>Big gully plug</i>)	unit	50	
	Penahan sedimen parit kecil (<i>small gully plug</i>)	unit	66	
	Sumur Resapan (Absorption well)	unit	71	Tidak berkembang
	Perlindungan tebing sungai (<i>stream bank protection</i>)	m	22.872	
	Embung (<i>small reservoir</i>)	unit	30	Sebagian rusak
	<i>Check dam</i>	unit	1	
2	Rehabilitasi teras (<i>terrace rehabilitation</i>)	Ha	1722	
3	Hutan kemasyarakatan	Ha	8.273	Swadaya masyarakat
4	Penanaman bambu (<i>Bamboo planting</i>)	batang	7624	
5	Penanaman Pohon pelindung jalan	km	87,5	

Sumber : (Soewarno,dkk., 2007)

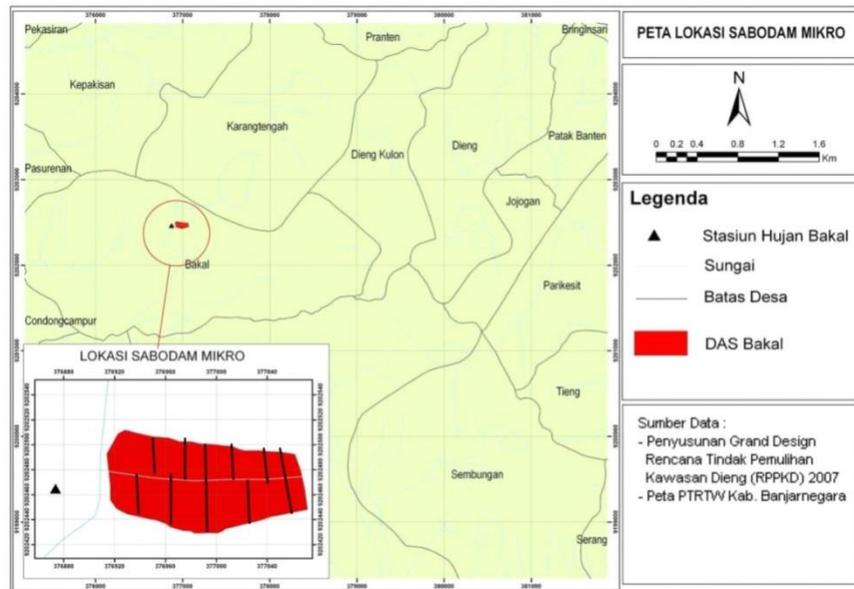
Tabel 2 Nilai tutupan lahan dan konservasi (CP) DAS Dieng

Tutupan lahan	Luas (ha)	CP	Persentase
Tegalan	27.868,75	0,51	51,03
Sawah Tadah	2.463,2	0,51	4,51
Hujan			
Sawah Irigasi	720,06	0,001	1,32
Kebun	6.480,55	0,51	11,87
Permukiman	1.041,23	0	1,91
Air Tawar	133,74	0	0,24
Belukar/semak	15.644,48	0,1	28,65
Gedung	13,02	0	0,02
Rawa	5,87	0	0,01
Rumput	208,92	0,07	0,38
Tanah Berbatu	28,02	0,51	0,05

Sumber : Pengolahan data peta



Gambar 2 Erosi di kawasan Dieng



Gambar 3 Lokasi sabo dam Mikro di Desa Bakal Banjarnegara

Contoh sedimen diukur pada tinggi muka air dan debit tertentu. Debit sesaat pada elevasi botol contoh sedimen dihitung berdasarkan rumus-rumus ambang yang tersedia pada SNI terkait. Contoh sedimen diambil dari botol yang terpasang di salah satu sisi sabodam mikro. Analisis sampel sedimen dan lumpur dengan metode berbasis SNI dilakukan di laboratorium Balai, antara lain untuk

mendapatkan: konsentrasi sedimen, berat jenis sedimen dan lumpur, ukuran butir sedimen dan lumpur. Perhitungan kapasitas tampung sabo dam tipe tertutup dihitung berdasarkan data geometri palung sungai diukur menggunakan alat ukur pemetaan & GPS.

Prototipe yang dibuat terletak pada koordinat 109°56'08,69" BT dan 7°12'50,40" pada

ketinggian 1991 m seperti yang tersaji pada Gambar 3. Prototipe dibuat pada alur intermiten dengan tata guna lahan berupa tanaman kentang. Luas sub DAS pada lahan ini sekitar 0.8 ha dengan

kemiringan lereng sekitar 18.5^o. Prototipe dibuat selama 10 hari dari tanggal 20 – 30 Mei 2010. Gambar pekerjaan lapangan disajikan pada Gambar 4 dan 5.

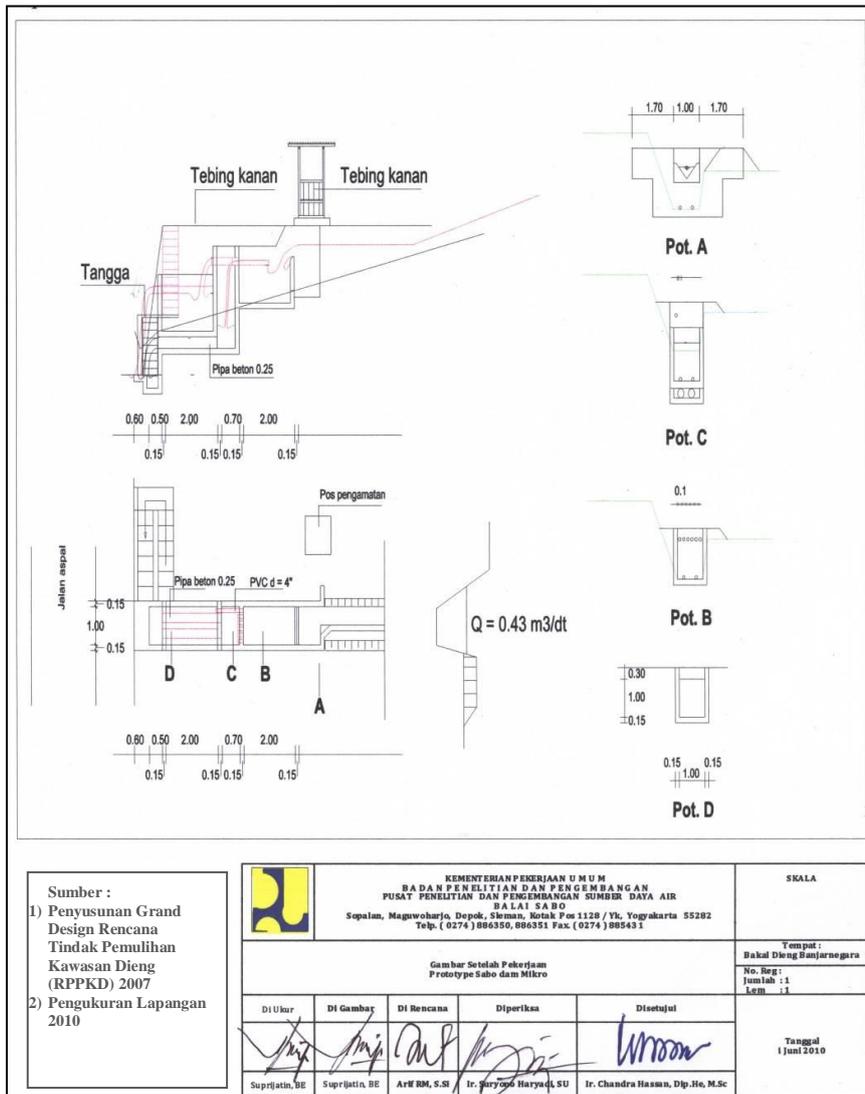


Tampungan prototipe pada saat hujan



Prototipe dalam alur intermiten lahan kentang

Gambar 4 Foto prototipe bangunan sabo di daerah Bakal Dieng.



Sumber :
 1) Penyusunan Grand Design Rencana Tindak Pemulihan Kawasan Dieng (RPPKD) 2007
 2) Pengukuran Lapangan 2010

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR BALAI SABO Sopelan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Kotak Pos 1128 / YK, Yogyakarta 55282 Telp. (0274) 886350, 886351 Fax. (0274) 885431					SKALA
Gambar Setelah Pekerjaan Prototipe Sabo dan Mikro					Tempat : Bakal Dieng Banjarnegara
Di Usah	Di Gambar	Di Rencana	Diperiksa	Ditetujui	No. Reg : Jumlah : 1 Lem. : 1
Supriatin, SE	Supriatin, SE	Arif RM, S.Si	Ir. Suryono Haryadi, SU	Ir. Chandra Hassan, Dlp.-He, M.Sc	Tanggal : 1 Juni 2010

Gambar 5 Desain sabodam mikro di Desa Bakal Banjarnegara

3 Hasil pengukuran angkutan sedimen dasar pada lokasi prototipe

Berdasarkan hasil pengolahan ketujuh data yang telah diambil, diketahui total volume *bedload* harian antara 2,74 m³/hari sampai dengan 5,14 m³/hari dan *bedload* yang teralirkan sebesar antara 0,1 m³/hari sampai dengan 2,5 m³/hari. Tabel 3 memperlihatkan persentase *bedload* yang tertahan sebesar 51,33% sampai dengan 96,35% dengan persentase tertahan rata-rata sebesar 65,85 %. Kapasitas tampungan sedimen akan sesuai dengan *dead storage* perhitungan apabila *bedload* pada hulu sabodam mikro dikosongkan sesuai dengan kapasitas semula.

Dari data dan analisis yang ada di prototipe diperoleh beberapa persamaan yang memperlihatkan hubungan antara angkutan sedimen dan hujan. Gambar 6 memperlihatkan hubungan antara debit dan hujan dengan korelasi yang kuat sebesar 0,82 dengan persamaan :

$$Y = 0.00733\ln(x) - 0.02717, \quad 1)$$

Keterangan: Y adalah debit (m³/detik) dan x adalah volume hujan (m³/hari)

Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa peningkatan hujan akan menyebabkan peningkatan debit mengikuti persamaan logaritma.

Gambar 7 memperlihatkan hubungan antara debit dan *bedload* dengan korelasi yang kuat sebesar 0,92 dengan persamaan:

$$Y = 0.00011x^{3.06577}, \quad 2)$$

Keterangan : Y adalah debit (m³/detik) dan x adalah volume hujan (m³/hari)

Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa peningkatan hujan akan menyebabkan peningkatan debit mengikuti persamaan logaritma.

Keterangan: Y adalah debit (m³/detik) dan x adalah *bedload* (m³/hari)

Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwapeningkatan debit akan menyebabkan peningkatan *bedload* mengikuti persamaan Power.

Persamaan matematis yang di dapat merupakan hasil pengukuran dan pengamatan di lokasi prototipe. Hasil persamaan matematis berdasarkan parameter-parameter tersebut hanya berlaku pada prototipe di lokasi penelitian dengan kondisi:

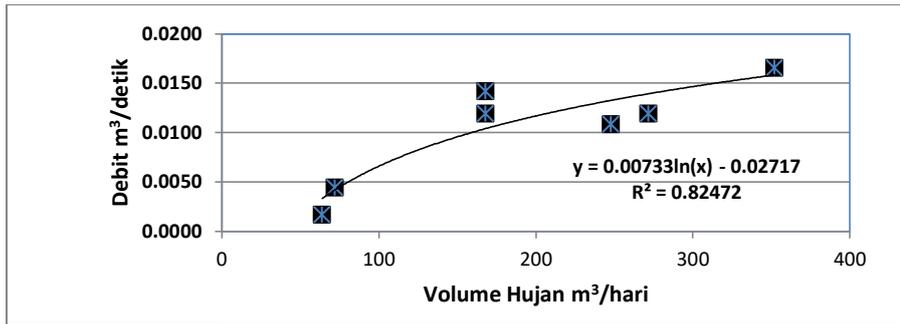
- a) Luas DAS : 0.8 ha
- b) Kemiringan : 18.5^o
- c) Penggunaan Lahan : Kentang
- d) Jenis tanah sama
- e) Hujan merata di seluruh DAS dimana alat penakar curah hujan dipasang dekat lokasi prototipe

Untuk membuat persamaan matematis yang berlaku umum di Dataran Tinggi Dieng perlu pengukuran minimal di 30 lokasi pengamatan dalam kurun waktu 5 tahun dengan menggunakan pengukuran otomatis seperti *logger*. Sehingga parameter laju erosi di lokasi prototipe hanya berlaku untuk daerah tersebut

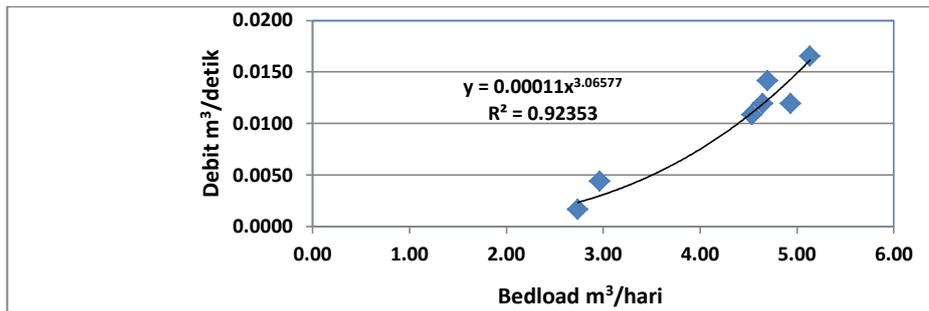
Pengolahan data persamaan matematis berdasarkan perhitungan dalam *excel* dimana persamaan yang dipakai merupakan model sederhana berdasarkan persamaan regresi dimana korelasi yang terbaik yang dibuat menjadi persamaan. Hasil pengamatan dan pengukuran di lokasi prototipe diolah dalam persamaan yang ada dalam *excel* yaitu *exponential*, *linear*, *logaritmik*, *polynomial*, *power*, dan *moving average* untuk dianalisis korelasinya.

Tabel 3 Hasil pengukuran angkutan sedimen dasar pada lokasi prototipe di Bakal Dieng (Juni-Oktober 2010)

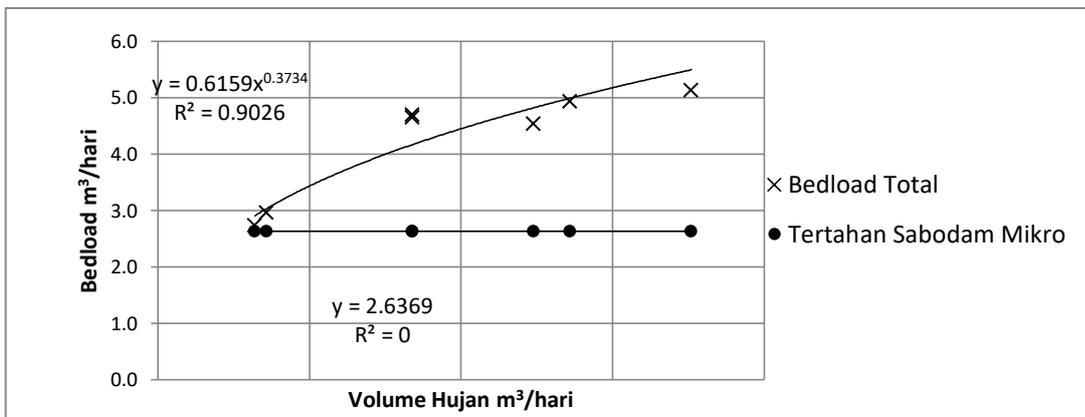
No	Tanggal	Jam	volume bedload			vol hujan	vol Total	vol Mengalir	Prosentase tertahan
			AUD (tertahan Sabo Dam Mikro)	B1	B2				
			m ³ /hari	m ³ /hari	m ³ /hari				
			4	5	6	7	8= 4+5+6	9 = 5+6	10
1	12/6/2010	15.30-16.30	2.637	0.100	0.000	64	2.74	0.10	96.35
2	13-06-2010	15.00-16.00	2.637	1.900	0.400	272	4.94	2.30	53.41
3	7/9/2010	13.00-17.30	2.637	1.500	0.400	248	4.54	1.90	58.12
4	22/9/2010	-	2.637	0.250	0.080	72	2.97	0.33	88.88
5	14/10/2010	17.30-20.00	2.637	0.600	0.320	168	4.65	0.92	56.71
6	15/10/2010	13.15-15.00	2.637	1.500	0.560	168	4.70	2.06	56.14
7	16/10/2010	14.00-16.00	2.637	1.700	0.800	352	5.14	2.50	51.33



Gambar 6 Hubungan antara hujan dan debit di prototipe Dieng(Juni-Oktober 2010)



Gambar 7 Hubungan antara bedload dan debit di prototipe Dieng (Juni-ktober 2010)



Gambar 8 Hubungan antara bedload dan hujan di Prototype Dieng (Juni-Oktober 2010)

Persamaan 1) dan 2) menunjukkan hubungan yang kuat antara debit, hujan dan bedload sebagai acuan dalam membuat persamaan matematis hubungan antara hujan dan angkutan sedimen seperti yang disajikan pada Gambar 8 dengan korelasi yang kuat sebesar 0,9 dengan persamaan :

$$Y = 0.615x^{0.373} \quad 3)$$

Keterangan: Y adalah bedload (m³/hari) dan x adalah volume hujan (m³/hari).

Gambar tersebut memperlihatkan bahwa peningkatan hujan akan menyebabkan

peningkatan bedload mengikuti persamaan Power. Persamaan 3) masih perlu dikaji lebih lanjut dengan data yang lebih banyak, karena data sampel baru 7 belum mencukupi dalam pembuatan persamaan matematis sehingga perlu dilakukan monitoring lanjutan pada tahun berikutnya sehingga hasil penelitian bisa menjadi suatu model sistem dalam upaya pengendalian aliran lumpur di daerah hulu pada lahan kentang.

4 Pembuatan konsep peta jaringan sabodam mikro

Sesuai dengan kriteria pemilihan lokasi bangunan sabo, maka Balai Sabo pada tahun 2007

telah membuat sebuah Peta Jaringan Lokasi Rencana bangunan sabo di DAS Waduk PLTA Mrica. Rencana bangunan sabo mencakup 47 lokasi yang tersebar di alur sungai DAS Waduk Mrica. Kapasitas total bangunan sabo yang direncanakan adalah 10,10 juta m³, apabila di lokasi rencana bangunan sabo dilakukan penambangan galian C minimal sebesar 1,30 juta m³ (setara dengan angkutan sedimen dasar di seluruh DAS rencana bangunan sabo) maka umur layan Waduk PLTA Mrica dapat bertambah 10 tahun, atau pada tahun 2031 baru akan penuh endapan (Soewarno dan Bambang Sukatja 2010).

Kriteria pemilihan lokasi sabodam antara lain dipertimbangan atas dasar sebagai berikut (Departemen Pekerjaan Umum, 1999):

1. Prinsip dasar: bangunan sabodam sedapat mungkin pada tanah dasar dan/ tanah tebing yang keras, jika pada tanah endapan harus dilengkapi subdam dan lantai lindung (*appron*)
2. Dasar pertimbangan: efektivitas terhadap daya tampung, efisiensi dan keamanan lokasi terhadap limpasan.
3. Persyaratan: harus diletakkan pada daerah erosi, pada palung sungai yang dalam, daya tampung seoptimal mungkin.
4. Penetapan lokasi: pada *bottle neck* (penyempitan sungai), di hilir daerah yang berpotensi longsor, di tempat lain yang sesuai dengan perencanaan.

Sesuai dengan kriteria pemilihan lokasi sabo dam maka dari penelitian ini tahun 2010, telah dapat dibuat sebuah konsep Peta Rencana Jaringan Lokasi Rencana Sabo Dam DAS Dieng yaitu di Hulu Kali Tulis dan Kali serayu. Rencana bangunan sabo mencakup 26 lokasi, dimana 11 lokasi di Hulu Kali Tulis dan 15 lokasi di Hulu Kali Serayu. Hasil Pengeplotan rencana jaringan sabo dam mikro di DAS Dieng dalam peta disajikan pada Gambar 9.

5 Upaya pengembangan tekno sabo dalam pengendalian kawasan Dieng

Penelitian yang dilakukan masih berkelanjutan dan ada beberapa tahap yang belum dan akan dilaksanakan di antaranya membuat prototipe sabodam mikro sederhana dari bambu mati di hulu prototipe yang telah dibuat pada tahun 2010 dimana prototipe lama digunakan sebagai parameter untuk mengetahui efektivitas pengendalian angkutan sedimen. Di samping itu di hulu prototipe yang telah dibuat pada tahun 2010 tersebut juga akan diujicobakan suatu upaya pengendalian nonstruktural berbasis konservasi

berupa penanaman akar wangi, rumput vetiver bila dirasa tidak mengganggu pengolahan lahan kentang oleh para petani. Prinsip dasar pengembangan tekno sabo ke depan mengarah pada penerapan berbasis ramah lingkungan, dapat diterima masyarakat, sedapat mungkin menggunakan bahan baku alami, banyak terdapat di lokasi, tidak menimbulkan dampak negatif pada lingkungan, serta masyarakat dapat dengan mudah mengadopsi dan mengembangkannya secara swadana dan swakelola.

PEMBAHASAN

1 Peta erosi

Peta erosi didapatkan dengan menganalisis persamaannya, yaitu erosititas hujan, panjang lereng, kemiringan lereng, jenis vegetasi, dan faktor pengendalian erosi dengan menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan berbasis grid atau piksel (*picture cell*). Semua data yang digunakan diubah dalam bentuk *grid cell* dengan ukuran setiap *grid cell* 30 x 30 m.

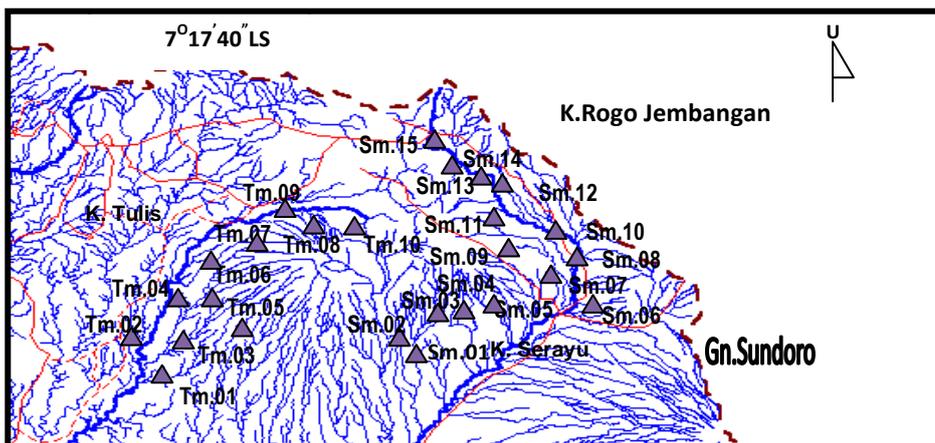
Tujuan membuat peta erosi adalah untuk mengetahui sebaran sumber sedimen, sehingga dapat dilakukan upaya konservasi yang sesuai dengan lokasi sumber erosi yang bersangkutan.

Penggunaan lahan di Dataran Tinggi Dieng pada umumnya belum sepenuhnya memerhatikan kaidah-kaidah konservasi. Dengan demikian kondisi ini dapat lebih mempercepat laju erosi dan sedimentasi. Tingkat erosi di dataran tinggi Dieng dominan adalah sangat tinggi lebih dari 480 ton/ha/tahun sehingga perlu adanya upaya konservasi untuk mengurangi erosi dan sedimentasi di Dataran tinggi Dieng.

Pengendalian yang diharapkan mampu mengurangi erosi adalah cara vegetatif dan perbaikan pola pengolahan lahan serta pembuatan sabodam mikro. Di dalam pelaksanaannya cara ini harus melibatkan masyarakat setempat karena berkaitan dengan mata pencaharian mereka sebagai petani. Cara ini telah dilakukan Pemerintah. Namun hingga saat ini, upaya konservasi lahan belum memberikan perubahan yang signifikan terhadap laju sedimentasi di Waduk PLTA Mrica.

2 Prototipe sabodam mikro

Hasil analisis sementara dari pengamatan pada prototipe di Bakal, Dieng dan Sigeblog menunjukkan bahwa pembuatan sabodam mikro dapat mengurangi *bedload* yang mengalir ke hilir dengan tingkat efektifitas yang berbeda. Dalam



Sumber : - Peta Rupabumi Indonesia
- Analisis, 2010

Gambar 9 Peta rencana jaringan sabodam mikro alur sungai di DAS Dieng

satu kejadian banjir yang menghasilkan aliran lumpur di daerah Bakal Dieng, prototipe sabodam mikro dapat menahan *bedload* sebesar antara 53% sampai dengan 96%.

Sebagai contoh di daerah Bakal pada bak 1 dengan kapasitas bak penuh sebesar 2 m³, volume *bedload* pada tanggal 13 Juni 2010 sebesar 1,9 m³ sehingga konsentrasi *bedload* terhadap campuran antara air, *washed load* dan *suspended load* sebesar 95 %.

Bila diasumsikan bahwa lokasi prototype dengan sub. DAS seluas 0.8 ha merupakan rata-rata dari kemiringan lereng yang ada di Dieng dengan tutupan lahan 51 % berupa lahan kentang dan alur dianggap rata-rata maka perkiraan angkutan sedimen harian akan berjumlah seperti yang tersaji di Tabel 4. Dimana hujan pada tanggal 12 Juni 2010 sebesar 8 mm di seluruh Dataran Tinggi Dieng sebesar 95.341,13 m³ dan membutuhkan 23.835 truk untuk menampungnya. Angka ini masih sangat prematur untuk dapat disimpulkan dan masih dibutuhkan tambahan data lapangan.

Menurut informasi dari penduduk setempat akibat erosi yang berasal dari hulu pada saat hujan dengan intensitas tinggi menyebabkan terjadi luapan pada sungai-sungai kecil dimana limpasan tersebut akan menggenangi daerah sekitarnya. Tembok pelindung aliran dibangun berfungsi sebagai tanggul untuk menghalangi limpasan ke permukiman dan lahan sayuran bila terjadi banjir.

Pembuatan sabodam mikro beserta bak penampungannya memiliki keuntungan antara lain:

- 1) Mengendalikan angkutan sedimen;
- 2) Angkutan sedimen yang tertahan di sabodam dan bak penampungan bisa dikembalikan kembali ke lahan sehingga ada upaya

mengembalikan tanah yang hilang dan menjaga lapisan tanah;

- 3) Air yang tertampung di bak penampungan bisa digunakan untuk menyirami tanaman dimana sekarang Dataran Tinggi Dieng untuk mendapatkan air perlu memasang pipa-pipa air dari daerah atas.

Namun pembuatan prototipe ini memerlukan biaya yang cukup besar dan tidak semua petani bisa membangunnya kecuali ada upaya tersendiri dari instansi terkait. Pada penelitian ke depan direncanakan upaya alternatif berupa pemasangan sabodam berbasis masyarakat di hulu sabodam prototipe sekarang. Diharapkan prototipe sabodam berbasis masyarakat ini memiliki fungsi mereduksi angkutan sedimen dan tidak memerlukan biaya yang mahal, sehingga setiap petani dengan kesadaran mampu membuatnya sendiri.

3 Hasil pengukuran angkutan sedimen dasar pada lokasi prototipe

Dari kedua persamaan hubungan antara debit dan hujan dan persamaan matematis hubungan antara debit dan *bedload* menunjukkan hubungan yang kuat antara debit, hujan dan *bedload* sebagai acuan dalam membuat persamaan matematis hubungan antara hujan dan angkutan sedimen, dimana peningkatan hujan akan menyebabkan peningkatan *bedload* mengikuti persamaan *Power*. Persamaan matematis ini masih perlu dilakukan pengambilan data lagi karena data sampel baru 7 belum mencukupi dalam pembuatan persamaan matematis sehingga perlu dilakukan pemantauan lanjutan pada tahun berikutnya. *Bedload* yang terjadi sebagian tertahan oleh sabodam mikro sebesar 2.636 m³ selama kapasitas tampung sesuai rencana dengan cara dilakukan pengambilan material di hulu sabodam.

Tabel 4 Prakiraan angkutan sedimen dalam sekali hujan di Dataran Tinggi Dieng

No	Tanggal	Jam	Data Lokasi Prototipe			Data Lahan Kentang di Dieng			Kebutuhan truk
			Luas Sub.DAS	Vol bedload AUD (tertahan Sabo Dam Mikro)	Vol Total	Luas Sub.DAS	Vol bedload tertahan Sabo Dam Mikro	Vol Total	Kapasitas 4 m ³
			ha	m ³ /hari	m ³ /hari	ha	m ³ /hari	m ³ /hari	
1	12/6/2010	15.30-16.30	0,8	2,637	2,74	27868,75	91857,53	95341,1297	23835,28
2	13/06/2010	15.00-16.00	0,8	2,637	4,94	27868,75	91857,53	171980,192	42995,04
3	7/9/2010	13.00-17.30	0,8	2,637	4,54	27868,75	91857,53	158045,817	39511,45
4	22/9/2010	-	0,8	2,637	2,97	27868,75	91857,53	103353,395	25838,34
5	14/10/2010	17.30-20.00	0,8	2,637	4,65	27868,75	91857,53	161987,109	40496,77
6	15/10/2010	13.15-15.00	0,8	2,637	4,70	27868,75	91857,53	163619,567	40904,89
7	16/10/2010	14.00-16.00	0,8	2,637	5,14	27868,75	91857,53	178947,38	44736,84

4 Konsep peta rencana jaringan sabodam

Peranan sabodam di alur sungai akan memberikan dampak yang relatif besar dalam rentang waktu tertentu, selama fungsi menampung sedimen masih terjadi. Akan tetapi pada saat bangunan telah dipenuhi sedimen dan fungsi menampung berhenti, maka peranan mengurangi sedimen ke waduk mengecil.

Waktu yang dibutuhkan hingga tampungan sabodam dipenuhi sedimen tergantung kapasitas sabodam dan besarnya volume sedimen yang terjadi. Apabila sabodam yang diusulkan dari penelitian ini dibangun maka dapat menambah umur layan Waduk Mrica.

Penelitian pengendalian aliran lumpur pada aliran intermiten di lahan kentang mendapat dukungan dari Pemkab Banjarnegara melalui Bappeda Banjarnegara. Karena angkutan sedimen oleh pengaruh penanaman kentang di daerah Dieng sudah pada tahap sangat mengkhawatirkan. Perlu beberapa upaya alternatif untuk mengendalikannya. Sehingga diharapkan penelitian ini merupakan salah satu alternatif pengendalian angkutan sedimen secara efektif.

5 Kebijakan terpadu penataan kawasan Dieng

Program dan kebijakan penanganan kawasan Dieng yang telah ada sedikit banyak membantu upaya konservasi meskipun belum menyeluruh dan terintegrasi. Penataan lahan kentang berwawasan lingkungan belum terlihat hasilnya, dimana laju erosi di daerah penggunaan lahan kentang masih sangat tinggi. Penanganan dan penataan kawasan Dieng secara sinergi dapat

berimplikasi pada permasalahan daya rusak air terhadap lingkungan di Dataran Tinggi Dieng diharapkan dapat diatasi atau direduksi. Upaya kebijakan yang dilakukan belum menghasilkan suatu dampak yang signifikan dari upaya *Low Impact Development* dimana kerusakan lingkungan dan laju erosi masih sangat tinggi. Rencana Tata Ruang Wilayah sampai saat ini masih dalam proses pembuatan.

KESIMPULAN

Penataan kawasan Dieng harus mengarah pada fungsi pemanfaatan lahan berdasarkan potensi lahan yang digunakan untuk suatu kegiatan dalam suatu kawasan tertentu sesuai fungsi utamanya. Oleh karena itu perlu adanya suatu peta rekomendasi lahan di Dataran Tinggi Dieng sehingga bisa diketahui daerah mana saja yang termasuk kawasan lindung, penyangga atau budidaya.

Dari hasil analisis Peta Erosi menunjukkan potensi tingkat erosi di Dataran Tinggi Dieng dominan adalah sangat tinggi, lebih dari 480 ton/ha/tahun sehingga memerlukan upaya konservasi untuk mengurangi erosi dan sedimentasi di Dataran Tinggi Dieng.

Hasil persamaan matematis hubungan antara hujan dan *bedload* di lokasi prototipe Dieng memiliki korelasi yang kuat dimana peningkatan hujan akan menyebabkan peningkatan aliran lumpur.

Pengendalian erosi dan sedimentasi di daerah hulu dapat dilakukan dengan cara membangun sabodam dan dengan konservasi

lahan. Selanjutnya dibuat peta jaringan sabodam untuk alur sungai di kawasan Dieng, sebagai dasar untuk mengendalikan aliran lumpur.

Pengembangan tekno sabo berdasarkan peta rekomendasi tersebut harus bisa menempatkan lokasi tekno sabo berbasis struktural dan nonstruktural yang efektif serta efisien. Acuan pengembangan yaitu berupa hukum konservasi yang bersifat *low impact development* dan Peraturan Pemerintah no 26 tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang wilayah nasional.

Hasil pengamatan terhadap penerapan teknik sabo dengan membuat contoh Prototype sabodam mikro cukup efektif untuk mengurangi dan mengendalikan banjir lumpur terutama di alur intermiten lahan kentang.

Untuk penelitian selanjutnya direncanakan upaya alternatif berupa pemasangan sabodam berbasis masyarakat yang dibangun di hulu sabodam yang sudah ada. Diharapkan prototipe sabodam berbasis masyarakat ini memiliki fungsi mereduksi angkutan sedimen dan tidak memerlukan biaya yang mahal, sehingga setiap petani dengan kesadaran mampu membuatnya sendiri.

Pengembangan tekno sabo struktural berupa pembangunan sabo dam mikro, geotekstil dari serabut kelapa sedangkan nonstruktural bisa berupa bambu, akar wangi, rumput vetiver.

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi Instansi terkait dalam rangka konservasi lahan daerah pegunungan dan sekaligus menghambat laju sedimentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bappeda Kab.Banjarnegara. 2007. *Penyusunan Grand Design Rencana Tindak Pemulihan Kawasan Dieng (RTPKD)*. Bappeda Kab.Banjarnegara: Naskah RTPKD.
- Badan Pengelolaan dan Pengendalian Dampak Lingkungan dan Fakultas Geografi UGM. 2003. *Rencana Induk (grand Design) Pengelolaan Lingkungan Hidup SWS Serayu Propinsi Jawa Tengah*.
- Chandra Hassan dan Oriza. 2006. *Sejarah Sabo di Indonesia*. Pusat Litbang Sumber Daya Air.
- Direktorat Geografi Sejarah. 2008. *Rumusan Hasil Workshop Perubahan Lingkungan Kawasan Wisata Dieng Dalam Perspektif Sejarah*. Direktorat Jenderal Sejarah dan Purbakala, Departemen Kebudayaan dan Pariwisata Republik Indonesia
- Fauzi, B.A. 2006. *Kajian Pengendalian Sedimentasi Waduk PB. Sudirman dengan Teknologi Sabo*. Sekolah Pasca sarjana UGM: Laporan Penelitian.
- Sekretariat Forum Kerjasama. 2009. *Pengembangan Dan Pengelolaan Kawasan D.T. Dieng*. Pengelolaan dan Pengembangan Kawasan Dataran Tinggi Dieng Kabupaten Banjarnegara dan Wonosobo
- Sukresno, Agung B Supangat, S. Donie dan Paimin. 2007. *Pengelolaan Lingkungan Berbasis DAS Untuk Mitigasi Bencana Lingkungan Di Dataran Tinggi Dieng, Balai Litbang TPDAS IBB*. Badan Litbang Kehutanan, Dep. Kehutanan: Laporan Penelitian.
- Soewarno, Agus Sumaryono, Bambang Sukatja, Rumanti, Judi. 2009. *Sistem Pengendalian Sedimentasi Waduk dan Kinerja Bendung Penahan Sedimen*. Balai Sabo: Laporan Teknis Interen Hasil Litbang.
- Soewarno, Agus Sumaryono, Bambang Sukatja, Rumanti, Judi. 2008. *Sistem Pengendalian Sedimentasi Waduk dan Kinerja Bendung Penahan Sedimen*. Balai Sabo: Laporan Teknis Interen Hasil Litbang.
- Soewarno, Agus Sumaryono, Sadwandaru dan Djangtjik. 2007. *Sistem Pengendalian Angkutan Sedimen dengan Tekno sabo di DAS Waduk Serbaguna*. Puslitbang Sumber Daya Air: Prosiding Kolokium Hasil Litbang SDA.
- Soewarno, Sutikno, Suryono Haryadi, dan Arif.RM. 2006. *Sistem Pengendalian Angkutan sedimen dengan Teknologi Sabo di DAS Waduk Serba Guna*. Puslitbang Sumber Daya Air: Prosiding Kolokium.