ANALISA POTENSI SEDIMEN DEBRIS DI DAS KONTO PASCA ERUPSI GUNUNG KELUD 2014

Nita Rahayu^{1,2}, Very Dermawan³, Dian Sisanggih³

¹Kegiatan Pengendalian Lahar Gunung Kelud, Balai Besar Wilayah Sungai Brantas ,
Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

²Mahasiswa S2 – Program Studi Magister Manajemen Sumber Daya Air, Teknik Pengairan,
Universitas Brawijaya

³Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Email: nita.rahayu88@yahoo.com

Abstrak : Kali Konto merupakan salah satu anak sungai yang berhulu di lereng Gunung Kelud yang terkena dampak banjir lahar dingin akibat erupsi Gunung Kelud yang terjadi pada 13 Pebruari 2014. Banjir lahar dingin merupakan bencana sedimen dan tipe aliran debris yang mempunyai daya rusak yang cukup besar sehingga diperlukan upaya konservasi salah satunya dengan menerapkan bangunan pengendali sedimen (sabodam). Penelitian potensi sedimen debris dilakukan pada tiga titik outlet dari checkdam Siman sampai checkdam Damarwulan. Ruang lingkup kajian penelitian ini yaitu menganalisa besarnya potensi sedimen, menganalisa kemampuan daya tampung bangunan sabodam eksisting serta melakukan simulasi tata letak terhadap beberapa alternatif bangunan sabodam yang baru. Besarnya volume sedimen total (*sedimen yield*) di DAS Konto diperoleh dari analisa volume sedimen debris sekali banjir pada kala ulang 100 tahun, sedimentasi material bedload sungai, serta dari hasil pendugaan erosi lahan yang diestimasi menggunakan metode USLE dengan analisa spasial. Estimasi terhadap hasil produksi sedimen dibandingkan dengan kejadian banjir debris yang terjadi sebelumnya. Dari hasil analisa diperoleh volume sedimen yaitu titik outlet Siman sebesar 997.737,13 m³, titik outlet Lemurung sebesar 1.052.645,33 m³ dan titik outlet Damarwulan sebesar 1.255.616,35 m³. Sedangkan kemampuan bangunan sabodam eksisting secara keseluruhan saat ini hanya mampu menampung dan mereduksi sedimen sebesar 306.090,79 m³ sehingga diperlukan bangunan sabodam baru untuk mengelola sisa potensi sedimen yang ada. Rekomendasi bangunan sabodam (BPS) baru yang terpilih dari hasil simulasi adalah Lokasi bangunan sabodam (BPS) alternatif 3 dengan volume daya tampung yaitu 231.070,60 m³.

Kata Kunci : Erosi, USLE, Sedimentasi, Debris, Sabo dam

Abstract : Kali Konto is one of the tributaries on the slopes of Mount Kelud affected by cold lava floods due to eruption of Mount Kelud which occurred on February 13, 2014. Cold lava flood is a sediment disaster and debris flow type that has a large enough, so it takes conservation efforts, one of them by applying the controlling sediment structure (sabo dam). Research on the potential of debris sediments was carried out at three outlet points from Siman sabo dam to Damarwulan sabo dam. The scope of this study is to analyze the amount of sediment potential, analyze the capacity of the existing sabo dam structure and to simulate the layout of several alternative new sab odam. Total sediment (*sediment yield*) in the Konto watershed was derived from the volumes of sediment once flooded on the 100th return period generated by the debris flow, bedload sedimentation, soil erosion estimated using USLE method with spatial analyze. The estimation of sediment production considered to previous debris flood event. From the analysis result obtained sediment volume that is equal to 997.737,13 m³ at Siman outlet, 1.052.645,33 m³ at Lemurung outlet, 1.255.616,35 m³ at Damarwulan outlet. While the exsisting sabo dam capability is only able to accommodate and reduce the sediment of 306.090,79 m³, so it needs a new sabo dam to manage the remaining potential sediment. The choosen sediment control structure recommendation from the simulation is the location of the third alternative with volume capacity of 231.070,60 m³.

Key word: Erosion, USLE, Sedimentation, Debris, Sabo dam.

Lima hari pasca erupsi Gunung Kelud pada tanggal 18 februari 2014 terjadi banjir lahar dingin di lereng Gunung Kelud, salah satunya yaitu terjadi di alur Kali Konto. Turunnya hujan kurang lebih selama 3.5 jam dengan intensitas hujan yang cukup deras mengakibatkan endapan material di hulu terbawa oleh arus hujan dan masuk ke dalam penampang sungai sehingga menyebabkan terjadinya banjir lahar dingin, secara mekanisme lahar dingin merupakan aliran debris dengan tipe *mudflow*. Aliran debris merupakan bahaya sekunder dari gunung berapi yang mempunyai daya rusak yang cukup besar terhadap kehidupan manusia, prasarana yang terlanta serta kelestarian alam sekitar.

Salah satu misi pengelolaan Sumber Daya Air (SDA) adalah pengendalian daya rusak air, yaitu upaya untuk mencegah, menanggulangi serta memperbaiki kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh daya rusak air. Teknik efektif penanggulangan bencana sedimen dan aliran debris secara struktural diantaranya dengan menerapkan teknologi bangunan sabodam atau checkdam. Telah terbukti bahwa sabodam secara langsung dapat mencegah erosi dan memberikan kontribusi dalam mengurangi energi aliran debris yang biasa terjadi di daerah hulu. Dengan demikian diharapkan langkah struktural yang dilakukan dapat meminimalisir potensi bencana yang ditimbulkan dan kondisi alur sungai tetap terjaga keseimbangan maupun kapasitasnya dalam menyalurkan debit banjir.

Kali Konto memiliki panjang sungai ± 47 km hingga ke muara kali Brantas dengan penerapan sistem sabodam yang cukup baik. Secara history dalam seratus tahun terakhir, kali Konto merupakan salah satu anak sungai Gunung Kelud yang cukup sering terkena banjir lahar dingin yaitu terjadi pada tahun 1919, 1951, 1966, 1990, 2007 dan 2014 (Dibyosaputro *et al*, 2015). Berdasarkan fenomena yang telah disebutkan sebelumnya, maka dilakukan studi penelitian terhadap potensi sedimen debris yang terjadi serta mengkaji apakah diperlukan adanya suatu alternatif bangunan sabodam yang baru dan tata letak yang tepat untuk bangunan pengendali sedimen baru tersebut yang ditinjau dari kondisi imbang sedimen (didasarkan pada kapasitas sabo eksisting dan penambangan yang terjadi di wilayah studi sebagai faktor reduksi sedimen). Studi

penelitian ini dilakukan pada sepanjang alur kali Konto dimulai dari sabodam Siman hingga sabodam Damarwulan.

METODOLOGI

Gambaran Lokasi Studi

Wilayah DAS Konto meliputi sebagian wilayah kabupaten Malang, Kediri dan Jombang. Kali Konto merupakan anak sungai kali Brantas dengan hulu kali Konto terletak di Gunung Anjasmoro dan Argowayan yang dalam perjalanannya mendapat suplay sedimen dan debit aliran air dari sungai Namban dan Nogo yang berhulu di Gunung Kelud juga dari kali Sambong yang berasal dari perbukitan Pandansari. Wilayah studi DAS Konto dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.

Gambar 1. Peta lokasi wilayah studi - DAS Konto (sumber : Google earth)

Secara geografi, wilayah daerah pengaliran sungai Konto berbatasan dengan :

- Utara : Kabupaten Jombang.
- Selatan : Kabupaten Blitar dan Kediri.
- Barat : Kabupaten Kediri
- Timur : Kabupaten Malang

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data yang diperlukan dalam studi penelitian ini diantaranya yaitu :

- a. Data hujan harian stasiun curah hujan Ngantang , stasiun hujan Siman, dan stasiun hujan Damarwulan tahun 1996 - 2015.
- b. Data raster berupa peta DEM dengan resolusi spasial 8.9 m
- c. Peta penutupan lahan Jawa Timur
- d. Peta jenis tanah

- e. Data Sedimen (merupakan data primer hasil uji lab mektan untuk mendapatkan nilai “*Grain Size*”, *Gravity Spesivic* (Gs), “*Interfriction Angle*”)
- f. Data teknis sabodam / bangunan pengendali sedimen Kali Konto.

Langkah pengolahan data sebagaimana terlihat dalam diagram alir sebagai berikut (Gambar 2).

Gambar 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Topografi

Analisa topografi bertujuan untuk menentukan dan mengetahui parameter fisik DAS yang meliputi batas dan luas DAS, panjang sungai utama wilayah studi, kemiringan dasar rata – rata sungai dalam DAS (*gradient* sungai). Pada Studi ini, Analisa topografi yang dilakukan difokuskan pada daerah terdampak banjir lahar (aliran sedimen debris) yaitu daerah aliran anak sungai yang berasal dari Gunung Kelud (kali Nambaan, kali Nogo, kali Sambong) yang terletak di bagian

hilir waduk selorejo. Tidak membahas DAS Konto di bagian hulu waduk Selorejo dengan anggapan sedimen telah tertampung dalam waduk. Hasil analisa dapat dilihat pada Tabel 1 tentang rekapitulasi hasil analisa topografi dan pada Gambar 3. Peta batas DAS Konto.

Tabel 1. Parameter DAS hasil analisa topografi

Parameter	DEM Terra SAR-X		
	DAS_CD1	DAS_CD2	DAS_CD3
Luas DAS (Km ²)	61,43	68,83	97,99
Panjang Sungai Utama	20,85	22,45	30,69
Kemiringan Sungai rata 2	0,043	0,039	0,032

Gambar 3. Peta Batas DAS Konto

Analisa Hidrologi

Uji Outlier

Perhitungan data outlier dilakukan dengan membandingkan perhitungan data outlier dengan data hujan terkecil ($X_{\min}$) untuk batas bawah dan data hujan terbesar ($X_{\max}$) untuk batas atas pada masing – masing stasiun penakar hujan dengan syarat $X_{\min} \leq X \leq X_{\max}$.

Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut. (Anonim, Perencanaan Bendungan Urugan Vol II, 1999)

$$X_H = Exp. (\bar{X} + K_n S) \dots \dots \dots (1)$$

$$X_L = \text{Exp.}(\bar{X} - K_n S) \dots \dots \dots (2)$$

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa terdapat data outlier tinggi melebihi batas atas pada stasiun hujan Siman tahun 2007 dan stasiun hujan Damarwulan pada tahun 2008, Hasil data outlier pada masing – masing stasiun penakar yaitu :

Data outlier SCH Siman

$$X_{\min} = 62 \text{ mm} \geq 41,669$$

$$X_{\max} = 215 \text{ mm} \geq 193,560$$

Data outlier SCH Damarwulan

$$X_{\min} = 20 \text{ mm} \geq 40$$

$$X_{\max} = 310 \text{ mm} \geq 288,068$$

Sehingga data tersebut tidak dapat digunakan dalam analisa lebih lanjut.

Uji Konsistensi Data (Kurva Massa Ganda)

Dari hasil uji konsistensi dengan metode Kurva Massa Ganda menunjukkan data yang baik dan memenuhi syarat konsisten dengan nilai koefisien determinasi R^2 rata – rata 99% dengan toleransi data yang tidak terlingkupi kurang dari 1%, sehingga data – data dari ketiga stasiun tersebut dapat digunakan untuk diolah dalam analisa selanjutnya.

Curah Hujan Rerata Daerah

Tabel 2. Rekapitulasi Curah Hujan Daerah

TAHUN	CURAH HUJAN RERATA DAERAH DAS KONTO		
	DAS_CD1	DAS_CD2	DAS_CD3
1996	91,541	91,247	90,349
1997	116,577	113,537	98,179
1998	108,778	104,810	85,845
1999	120,156	120,344	116,020
2000	103,098	99,501	85,530
2001	61,916	57,873	41,200
2002	92,039	90,928	82,549
2003	81,554	78,254	62,961
2004	200,550	197,253	178,550
2005	92,861	92,937	91,078
2006	153,564	147,260	119,361
2007	86,908	87,504	88,165
2008	68,164	63,713	45,357
2009	111,250	112,478	117,527
2010	98,293	98,406	99,137
2011	95,334	94,335	86,253
2012	89,654	89,025	82,094
2013	91,518	90,963	89,699
2014	62,602	59,820	47,428
2015	72,050	74,204	81,453

Pada wilayah kajian studi ini letak stasiun curah hujan tidak merata dan memiliki variasi data yang kurang seragam, maka dengan pertimbangan tersebut metode analisis yang

digunakan untuk menghitung curah hujan rerata daerah adalah metode Polygon Thiessen. Metode Poligon Thiessen memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan disekitarnya.

Curah hujan daerah dihitung berdasarkan rekapitulasi data curah hujan harian maksimum setiap tahun pada masing – masing stasiun penakar hujan diambil nilai pada tanggal yang sama dikalikan dengan koefisien pengaruh luasan polygon thiessen. Rekapitulasi hasil perhitungan curah hujan daerah disajikan dalam Tabel 2.

Analisa Frekuensi Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan dapat diperkirakan berdasarkan data hujan harian daerah maksimum tahunan dengan analisa distribusi frekuensi. Curah hujan rancangan dalam studi ini dihitung dengan beberapa metode analisis frekuensi yaitu dengan analisis Gumbel, Normal, Log Normal dan Log Pearson tipe III dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Hasil perhitungan analisis frekuensi menunjukkan diantara keempat analisa distribusi yang dilakukan hanya distribusi Log Pearson tipe III yang memenuhi syarat atau sifat khas dari distribusi untuk dilakukan analisa selanjutnya. Hasil analisa curah hujan rancangan dengan distribusi Log Pearson III ditunjukkan pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Curah Hujan Rancangan DAS Konto metode Log Pearson III

Kala Ulang (T)	Curah Hujan Rancang Metode Log Pearson III		
	DAS_CD1	DAS_CD2	DAS_CD3
2	92,547	94,117	86,803
5	119,704	118,961	113,866
10	139,930	138,305	129,462
25	168,178	164,433	147,007
50	191,226	185,134	158,754
100	216,069	204,527	169,512

Uji Kesesuaian Distribusi

Uji Smirnov- Kolmogorov

Uji Smirnov – Kolmogorov dimaksudkan untuk mengetahui apakah suatu data sesuai dengan jenis sebaran teoritis yang dipilih atau tidak. Distribusi dianggap sesuai jika $\Delta_{\max} < \Delta_{\text{kritis}}$ (Montarich, 2010). Hasil uji pada masing – masing titik outlet adalah sebagai berikut.

$$\Delta_{\max} \text{ DAS_CD1} = 5,79$$

$$\Delta_{\max} \text{ DAS_CD2} = 8,87$$

$$\Delta_{\max} \text{ DAS_CD3} = 11,50$$

Digunakan nilai $\alpha = 5\%$ dengan jumlah data (n) = 20 diperoleh $\Delta_{kritis} = 0.294$ atau 29,4% sehingga $\Delta_{maks} < \Delta_{kritis}$, maka distribusi frekuensi dapat diterima.

Uji Chi-Square

Uji Chi Square digunakan untuk menghitung besarnya simpangan vertikal antara data perhitungan dan data teoritis. Uji Chi Square dikatakan berhasil jika X^2 hitung < dari X^2 kritis. X^2 hitung masing – masing titik outlet adalah sebagai berikut.

$$X^2_{hitung_CD1} = 3,436$$

$$X^2_{hitung_CD2} = 3,436$$

$$X^2_{hitung_CD3} = 7,072$$

Dengan menggunakan derajat keyakinan (α) = 5% dan Dk = 3, diperoleh X^2 kritis = 7,82 maka distribusi frekuensi dapat diterima.

Analisa Debit Rancangan

Analisa perhitungan debit rancangan pada studi ini dilakukan dengan beberapa metode pendekatan empiris diantaranya dengan metode Rasional, metode Weduwen, metode Hasper dan metode HSS.Nakayasu. Dari hasil perhitungan yang diperoleh disesuaikan dengan debit pengamatan di lapangan saat terjadi banjir. Berdasarkan analisa tersebut hasil yang mendekati kondisi di lapangan adalah analisa dengan pendekatan metode rasional, untuk kemudian digunakan dalam analisa lebih lanjut. Hasil perhitungan debit rancangan dengan metode rasional ditunjukkan dalam Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Debit rancangan DAS Konto metode Rasional.

Kala Ulang (T)	Outlet Siman (DAS_CD1)	Outlet Lemurung (DAS_CD2)	Outlet Damarwulan (DAS_CD3)
	Rasional	Rasional	Rasional
2	143,96	164,63	212,54
5	196,54	218,59	295,16
10	237,41	262,30	344,76
25	296,57	323,39	402,07
50	346,44	373,28	441,27
100	401,61	421,10	477,70

Analisa Sedimen Hasil Erosi Lahan

Sedimen terhadap besarnya erosi lahan diestimasi dengan menggunakan metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*). Hasil sedimen diperoleh dari perkalian total erosi dengan nisbah pelepasan sedimen atau *Sediment Delivery Ratio* (SDR) (Asdak, 2007).

Faktor Erosivitas

Erosivitas merupakan kemampuan hujan untuk menyebabkan terjadinya erosi. Faktor erosivitas dalam studi ini dihitung dengan menggunakan metode Bols 1978, dengan persamaan berikut. (Asdak, 2007),

$$RAIN = 6,12 (RAIN)^{1.21} (DAYS)^{-0.47} (MAXP)^{0.53}$$

Hasil perhitungan erosivitas tiap tahun pada masing-masing stasiun penakar adalah stasiun curah hujan (SCH) Ngantang sebesar 3263,86. SCH.Siman sebesar 1460,06 dan SCH.Damarwulan sebesar 1568,35. Sedangkan nilai erosivitas bulanan tiap stasiun curah hujan ditunjukkan grafik pada Gambar 4.

Gambar 4. Faktor erosivitas bulanan stasiun hujan di DAS Konto.

Gambar 5. Faktor erosivitas stasiun hujan di wilayah studi DAS Konto

Dari gambar 4 diatas dapat diketahui bahwa nilai faktor erosivitas paling tinggi terjadi pada bulan januari di stasiun curah hujan Ngantang sebesar 753,58. Sedangkan peta erosivitas merupakan peta luasan polygon thiessen yang ditambahkan nilai erosivitas pada attribute field tabel layer terkait. hasil analisa spasial terhadap faktor erosivitas dapat dilihat pada Gambar 5.

Faktor Erodibilitas (K),

Faktor erodibilitas merupakan faktor kepekaan terkelupasnya partikel tanah oleh air hujan atau limpasan sehingga terjadi erosi. Berdasarkan hasil analisa spasial yang dilakukan jenis tanah pada wilayah studi sebagian besar merupakan jenis tanah andosol dengan nilai erodibilitas sebesar 0,04 mencakup area seluas 7639,69 hektar. Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 6. Peta faktor erodibilitas jenis tanah DAS Konto.

Gambar 6. Peta faktor erodibilitas jenis tanah

Faktor Kemiringan (LS)

Kemiringan lereng dalam studi penelitian ini dilakukan dengan metode pendekatan analisa spasial seperti halnya dengan parameter *usle* lainnya. Dari hasil analisa spasial didapatkan wilayah studi DAS Konto memiliki

kemiringan lereng yang beragam yang terdiri dari wilayah datar dengan kemiringan 0 – 5% seluas 245,92 ha, landai (5% - 15%) seluas 2468,8 ha, agak curam (15% - 35%) mencakup luas 4032,96 ha, curam (35% - 50%) seluas 2016,91 ha, serta sangat curam (> 50%) seluas 1033,67 ha sehingga dapat disimpulkan bahwa kemiringan lereng wilayah DAS Konto sebagian besar merupakan daerah agak curam seperti yang terlihat pada Gambar 7. Peta kemiringan lereng DAS Konto.

Gambar 7. Peta kemiringan lereng (faktor LS)

Faktor Pengelolaan Tanaman dan Konservasi Tanah (Faktor CP)

Pada studi ini digunakan peta penggunaan lahan untuk identifikasi terhadap pengelolaan dan jenis tanaman tertentu atau faktor CP pada suatu DAS seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. Peta penggunaan lahan berikut ini. Dari peta penggunaan lahan tersebut dapat diketahui bahwa sebagian besar wilayah DAS Konto yang ditinjau merupakan daerah hutan lahan kering primer dengan luas 2035,93 hektar.

Gambar 8. Peta penggunaan lahan (faktor CP) DAS Konto

Laju Erosi Wilayah Studi DAS Konto

Gambar 9. Peta laju erosi DAS Konto

Dari keempat parameter sebelumnya yaitu erosivitas, erodibilitas, kemiringan lereng dan penggunaan lahan maka dapat diketahui laju erosi yang terjadi di area tinjauan dengan cara

menggunakan fitur *overlay* pada arcGIS 10.1 sehingga didapatkan peta laju erosi seperti pada Gambar 9.

Dilihat dari peta laju erosi yang terjadi serta analisa yang dilakukan area kajian DAS Konto memiliki tingkat bahaya erosi sedang. Sedangkan sedimen yang dominan sebagian besar berasal dari hasil material letusan gunung berapi yaitu gunung Kelud dan sedimentasi sungai itu sendiri.

Volume Sedimen Hasil Erosi

Dari analisa spasial *overlay* keempat parameter USLE maka diperoleh hasil laju erosi yang selanjutnya dikalikan dengan nilai SDR (Sediment Delivery Ratio) sesuai dengan luas DAS, sehingga didapatkan besarnya volume sedimen hasil erosi tiap titik outlet yang ditampilkan pada Tabel.5.

Tabel 5. Volume sedimen hasil erosi tiap titik outlet DAS Konto

Lokasi Titik Outlet	Vol. Sedimen Hasil Erosi (m ³ /tahun)
(1)	(2)
CD_1 (Siman)	15.802,89
CD_2 (Lemurung)	14.026,99
CD_3 (Damarwulan)	36.769,88

Estimasi Jumlah Material Sedimen/Debris yang Mengalir.

Memperkirakan jumlah material yang mengalir sebagai hasil produksi berdasar skala pengalaman aliran debris/banjir sedimen yang terjadi sebelumnya. Untuk aliran debris dihitung volume selama satu periode banjir besar. Sedangkan untuk sedimen dari suatu sungai yang menyebabkan pengendapan, dikerjakan berdasarkan jumlah aliran sedimen tahunan. Hal ini dilakukan karena terjadi perubahan morfologi sungai pada area yang ditinjau. Semua estimasi dikerjakan pada setiap "Basic point" atau titik outlet DAS. Volume sedimen debris sekali banjir dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Miyuzama 1988 (Anonim Pd T-18-2004-A, 2004 : 9) sebagai berikut :

$$V_{sc} = \frac{R_{24} \times A \times 10^3}{1 - \lambda} \left(\frac{C_d}{1 - C_d} \right) \times f_r \dots \dots \dots (3)$$

Sedangkan untuk memperkirakan sedimen bedload di sungai dapat diketahui dengan menggunakan metode *Meyer-Petter-Muller* (Priyantoro, 1987) .

Perbandingan antara volume sedimen debris sekali banjir dengan volume sedimen

bedload pada berbagai kala ulang disajikan dalam bentuk diagram pada Gambar 10. Estimasi jumlah material sedimen.

Gambar 10. Estimasi Jumlah Material Sedimen Debris

Volume Total Potensi Sedimen (*Sedimen yield*)

Total sedimen (*sedimen yield*) diperoleh dari penjumlahan volume sedimen erosi (*USLE*), volume sedimentasi di sungai (*bedload*) yang dihitung dengan menggunakan metode Meyer-Petter-Muller pada sungai pegunungan (Priantoro, 1987) dan volume sedimen sekali banjir (*Vec*). Analisa yang digunakan adalah pada kala ulang 100 tahun berdasarkan debit yang terjadi saat banjir sebelumnya. Rekapitulasi hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 6. sebagai berikut.

Tabel 6. Rekapitulasi Volume Total Potensi Sedimen (*Sedimen Yield*)

Titik Outlet	Vol. Sedimen Hasil Erosi (m ³ /thn)	Vol. Sedimen Sungai (m ³ /thn)	Vol.Sedimen Debris Sekali Banjir (m ³ /thn)	Vol.Sedimen Total (<i>Sedimen Yield</i> , m ³ /tahun)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (2) + (3) + (4)
CD_1	15.802,89	33.979,22	947.955,02	997.737,13
CD_2	14.026,99	33.134,10	1.005.484,24	1.052.645,33
CD_3	36.769,88	32.346,65	1.186.499,82	1.255.616,35

Perhitungan Kapasitas Sabodam eksisting

Adanya bangunan pengendali sedimen menyebabkan terjadinya perubahan terhadap kemiringan dasar sungai yaitu kemiringan statis dan dinamis yang terkait dengan volume kapasitas sabodam eksisting. Hasil perhitungan

baik terhadap kemiringan dasar sungai maupun terhadap kapasitas daya tampung sabodam ditunjukkan pada Tabel 7 – Tabel 8.

Tabel 7. Kemiringan statis dan dinamis akibat adanya sabodam

Lokasi	H	I ₀	I _s	I _d	L _s	L _d
CD_1	6	0.043	0.021	0.029	281.03	425.80
CD_2	5	0.039	0.019	0.026	259.74	393.55
CD_3	6,7	0.032	0.016	0.021	421.38	638.46

Tabel 8. Kapasitas tampung sabodam eksisting

Lokasi	H (m)	B	V _s (m ³)	V _d (m ³)	Sisa Daya Tampung (m ³)
CD_1	6	60	50.585,48	76.644,67	45.986,80
CD_2	5	68	44.155,84	66.902,79	58.071,63
CD_3	6,7	60	84.698,11	128.330,47	43.632,36

Berdasarkan kondisi eksisting lapangan, sabodam Siman diperkirakan telah terisi sedimen sebesar 40% dari tampungan total, sabodam Lemurung dalam keadaan bangunan hancur tetapi diperkirakan masih terdapat sisa sedimen dihilu sebesar 20% dari tampungan total, hal ini dikarenakan lokasi sabodam lemurung masih berada pada titik elevasi yang lebih tinggi dari dasar sungai di bagian hilir bangunan. Sedangkan pada sabodam Damarwulan kapasitas tampungan mati telah penuh sehingga hanya tampungan sementara yang diperhitungkan. Sehingga dapat diketahui kapasitas daya tampung bangunan pengendali sedimen (sabodam) eksisting DAS Konto saat ini telah berkurang dari volume rencana awal

Analisa Imbangan Sedimen yang Terjadi

Salah satu faktor yang berkontribusi untuk mereduksi sedimen selain dari kapasitas sabodam tersendiri adalah penambangan material yang dilakukan. Berdasarkan interview dengan penduduk setempat bahwa jumlah truk penambang rata – rata 30 – 50 per hari dengan kapasitas muatan maksimum 5 m³ dengan asumsi hari kerja selama 6 hari per minggu sehingga didapatkan estimasi jumlah penambangan material di masing – masing titik outlet antara lain di titik Siman dan Lemurung sebesar 43.200 m³, dan di titik Damarwulan sebesar 72.000 m³.

Berdasarkan hasil analisa tersebut didapatkan kelebihan sedimen yang melewati bangunan sabodam yang diperoleh dari selisih antara volume total potensi sedimen sebagai hasil produksi sedimen dengan faktor reduksi yang ada di area tinjauan (kapasitas tampung

sabodam eksisting dan penambangan material sedimen). Jumlah kelebihan sedimen tersebut dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Estimasi besar jumlah kelebihan sedimen

Lokasi	Sedimen Yield (m^3)	Total Vol.Reduksi Sedimen (m^3)	Kelebihan Sedimen (m^3)
CD_1	997.737,13	89.186,80	908.550,33
CD_2	1.052.645,33	101.271,63	1.859.924,03
CD_3	1.255.616,35	115.632,36	2.999.908,02

Simulasi Tata Letak BPS

Dari hasil analisa sebelumnya terdapat kelebihan sedimen yang harus dikelola oleh sistem sabodam DAS Konto, maka perlu adanya tindakan atau konsep teknis pengelolaan sedimen debris (*sistem planning*), dalam hal ini dilakukan simulasi terhadap beberapa alternatif bangunan sabodam baru ditinjau dari letak penempatan bangunan didasarkan pada referensi terkait. (Anonim SNI 03-2851-1991, 1991) serta dari kapasitas daya tampungnya.

Gambar 11. Peta Lokasi BPS Alternatif

Tinggi efektif bangunan pengendali sedimen yang baru serta lebar sungai rata –

rata diperoleh dengan pendekatan analisa spasial dari peta raster DEM. Berdasarkan hasil perhitungan volume kapasitas tampungan alternatif rekomendasi bangunan pengendali sedimen (BPS) baru ditunjukkan dalam Tabel 10 tentang analisa perhitungan kapasitas tampungan BPS dan Gambar 11. Peta Lokasi BPS Alternatif.

Tabel 10. Analisa perhitungan kapasitas tampungan bangunan pengendali sedimen (BPS) alternatif.

Lokasi	H (m)	B (m)	Vd (m^3)
BPS ALT_1	9	98	230.407,52
BPS ALT_2	8	48	99.456,10
BPS ALT_3	8,5	80	231.070,60
BPS ALT_4	6,5	50	95.545,00

KESIMPULAN

1. Besar volume total potensi sedimen masing – masing outlet di DAS Konto yaitu pada titik outlet Siman (DAS_CD1) sebesar 997.737,13 m^3 , titik outlet Lemurung (DAS_CD2) sebesar 1.052.645,33 m^3 dan pada titik outlet Damarwulan (DAS_CD3) sebesar 1.255.616,35 m^3 .
2. Besar kapasitas tampungan bangunan sabodam eksisting saat ini di DAS Konto didasarkan pada kondisi imbanan sedimen yang terjadi hanya mampu menampung sedimen sebesar 306.090,79 m^3 .
3. Berdasarkan analisa imbanan sedimen yang dilakukan masih terdapat kelebihan sedimen yaitu sebesar 908.550,33 m^3 di titik outlet Siman, 1.859.924,03 m^3 di titik outlet Lemurung, dan 2.999.908,02 m^3 di titik outlet Damarwulan.
4. Alternatif Bangunan Pengendali Sedimen yang baru dengan daya tampung yang lebih besar serta dapat mengamankan bangunan di bagian hulunya adalah bangunan yang terletak pada BPS Alternatif 3 yaitu diantara checkdam Siman dan checkdam Lemurung tepatnya pada titik koordinat 112°18'29.7" BT dan 7°49 ' 09.5882" LS dengan daya tampung sebesar 231.070,60 m^3

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1991. SNI 03-2851-1991. Tata Cara Perencanaan Teknis Bendung Penahan Sedimen. Badan Standarisasi Nasional

- Anonim. 1999. Panduan Perencanaan Bendungan Urugan Volume II (Analisis Hidrologi). Direktorat Bina Teknik, Direktorat Teknik Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 2004. Pd T-18-2004-A. Pembuatan Peta Bahaya Akibat Aliran Debris. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.
- Asdak, Chay. 2007. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gajah Mada University Press : Yogyakarta
- Dibiyosaputro et al. 2015. *Lahar at Kali Konto after the 2014 Eruption of Kelud Volcano, East Java : Impacts and Risk*. Forum Geografi, Vol.29(1) July 2015 : 59-72.
- Limantara Montarcih L, 2010. Hidrologi Praktis. Penerbit CV. Lubuk Agung Bandung.
- Priyantoro, Dwi. 1987. Teknik Pengangkutan Sedimen. Malang : Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.