

NASKAH PUBLIKASI

EVALUASI KAPASITAS SABO DAM DALAM USAHA MITIGASI BENCANA SEDIMEN MERAPI

(Studi Kasus PA-C Pasekan, Kali Pabelan)

Purwa Adilaras Parasdy¹
Jazaul Ikhsan², Nursetiawan³

ABSTRAK

Gunung Merapi merupakan salah satu gunung teraktif di dunia, dan bencana Merapi merupakan salah satu permasalahan yang sering terjadi di Indonesia. Salah satu dampak letusan gunung berapi yaitu banjir lahar dingin. Banjir lahar dingin disebabkan oleh adanya curah hujan yang tinggi, yang kemudian membawa endapan material yang tersimpan pada lereng gunung. Salah satu upaya untuk menanggulangi aliran lahar dingin yaitu dengan membangun sabo dam. Sabo dam merupakan bangunan pengendali sedimen yang dibangun untuk mengendalikan dan mengurangi dampak kerusakan akibat lahar dingin.

Untuk memprediksi angkutan sedimen digunakan metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*). Metode USLE mempertimbangkan penggunaan tanah di daerah penelitian, sehingga metode ini dapat diandalkan sebagai analisis dari jumlah sedimentasi Parameter yang digunakan dalam metode USLE diantaranya adalah curah hujan, kemiringan lahan, tataguna lahan, dan jenis tanah. Dalam melakukan analisis data menggunakan bantuan aplikasi ArcGIS 10.1.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa : (1) Angkutan sedimen yang terjadi pada sub DAS Kali Pabelan sebesar 5.536.707,19 m³/tahun (2) Total kapasitas sabo dam di Sub-DAS Kali Pabelan sebesar 4.012.061 m³ (3) Bila sabo dam hulu diasumsikan dalam keadaan baik, maka kapasitas total sabo dam di Kali Pabelan tidak cukup untuk menerima angkutan sedimen. Dengan kapasitas daya tampung sebesar 156.022,263 m³, maka bangunan sabo dam PA-C Pasekan dinilai tidak mampu untuk menerima angkutan sedimen dari hulu.

Kata kunci : Sedimentasi, Banjir Lahar Dingin, Sabo Dam, USLE, ArcGIS, Kapasitas Sabo Dam

¹ 20120110326 Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

² Dosen Pembimbing 1

³ Dosen Pembimbing 2

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia memiliki 130 gunung berapi dan 34 diantaranya terletak di pulau Jawa. Gunung Merapi merupakan salah satu gunung teraktif di dunia, dan bencana Merapi merupakan salah satu permasalahan yang sering terjadi di Indonesia. Bahaya yang diakibatkan oleh letusan gunung berapi ada dua macam yaitu bahaya primer dan bahaya sekunder. Bahaya primer adalah bahaya yang langsung dihadapi, berupa lahar panas, awan panas dan bahan-bahan lepas yang berjatuhan (lapili, pasir dan abu vulkanik). Bahaya sekunder yaitu dampak tidak langsung dari letusan gunung berapi, seperti halnya banjir lahar dingin.

Sedimentasi dari letusan gunung berapi merupakan hal serius yang perlu diperhatikan, karena hal ini dapat menimbulkan daya rusak yang cukup tinggi. Sedimentasi erat kaitanya dengan proses erosi.

Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk memprediksi erosi, salah satunya adalah metode USLE. Metode USLE mempertimbangkan penggunaan tanah di daerah penelitian, sehingga metode ini dapat diandalkan sebagai analisis dari jumlah sedimentasi. Metode USLE pengolahan datanya cukup

sederhana, sehingga mudah dihitung secara manual maupun menggunakan alat bantu program komputer (*software*).

Banyak upaya - upaya yang telah dilakukan oleh pemerintah untuk menanggulangi aliran lahar dingin, salah satunya adalah dengan membangun sabo dam. Sabo dam merupakan bangunan pengendali sedimen yang dibangun untuk mengendalikan dan mengurangi dampak kerusakan akibat lahar dingin.

B. Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dikaji dalam upaya evaluasi kapasitas Sabo Dam Kali Pabelan adalah sebagai berikut :

1. Berapa estimasi volume angkutan sedimen yang terjadi Sub DAS Kali Pabelan?
2. Berapa jumlah dan kapasitas sabo dam yang berada di Sub DAS Kali Pabelan?
3. Bagaimana kinerja kapasitas bangunan Sabo Dam PA-C Pasekan?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari analisis ini adalah :

1. Mengetahui estimasi volume angkutan sedimen yang terjadi di Sub DAS Kali Pabelan dengan menggunakan data curah hujan maksimum harian pada tahun 2013.

2. Mengetahui jumlah dan kapasitas sabo dam yang berada di Sub DAS Kali Pabelan.
3. Mengevaluasi kinerja kapasitas bangunan sabo dam PA-C Pasekan ketika bangunan sabo dam bagian hulu diasumsikan sesuai kapasitas rencana.

D. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan :

1. Didapatkannya informasi tentang volume angkutan sedimen dan kapasitas sabo dam yang berada di Sub DAS Kali Pabelan, sehingga dapat diketahui apakah kapasitas sabo dam tersebut sudah sesuai dengan angkutan sedimen yang terjadi.
2. Dari analisis ini diharapkan dapat memberikan masukan atau referensi dalam mengevaluasi kapasitas sabo dam dan angkutan sedimen di Kali Pabelan bagi peneliti-peneliti lainnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Marseli (2015) dalam tugas akhirnya yang berjudul “Analisis Laju Erosi pada Daerah Tangkapan Waduk Sermo Menggunakan Metode USLE” mengatakan bahwa metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) merupakan suatu metode yang umum digunakan untuk memprediksi kehilangan tanah yang disebabkan oleh erosi. Proses peningkatan erosi disebabkan

oleh pengaruh manusia seperti pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan peruntukannya dan pengelolaan lahan yang tidak didasari tindakan konservasi tanah. Dalam analisis data Yusti Marseli menggunakan bantuan program ArcGIS 10.1.

Setyadi (2009) dalam tugas akhirnya yang berjudul “Analisis Kemampuan Bangunan Sabo Dam dalam Mengendalikan Sedimen di Sungai Pabelan” mengatakan pasca erupsi gunung Merapi 2010 terjadi sedimentasi di Sungai Apu dengan jumlah volume sedimen 5,5 juta m³, dan Sungai Trising sebesar 5,0 juta m³ (Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kegunungapian, 2012). Sungai Pabelan merupakan pertemuan kedua sungai dengan luas DAS Sungai Apu adalah 8 km² dan luas DAS Sungai Trising adalah 10 km². Proses erosi dan sedimentasi merupakan fenomena yang sangat kompleks, dimana sangat dipengaruhi oleh kondisi aliran, material sedimen serta kondisi sungai itu sendiri. Kemudian Setyadi mengkaji mengenai estimasi volume angkutan sedimen yang melimpas pada bangunan pelimpah sabo dam PA-C Tlatar pada tahun 2012. Analisis dilakukan supaya hal-hal yang tidak diinginkan dapat diketahui dan dapat diatasi.

LANDASAN TEORI

A. Curah hujan wilayah

Menurut Triatmodjo (2010) stasiun penakar hujan hanya memberikan kedalaman hujan di titik di mana stasiun tersebut berada, sehingga hujan pada suatu luasan harus diperkirakan dari titik pengamatan tersebut. Salah satu metode dalam analisis hidrologi untuk menentukan hujan rerata yaitu metode Poligon thiesen.

Metode polygon thiesen memperhitungkan luas daerah yang mewakili dari stasiun-stasiun hujan yang bersangkutan, untuk digunakan sebagai faktor bobot dalam perhitungan curah hujan rata-rata. Jika dirumuskan dalam suatu persamaan adalah sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{R_1A_1 + R_2A_2 + \dots + R_nA_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

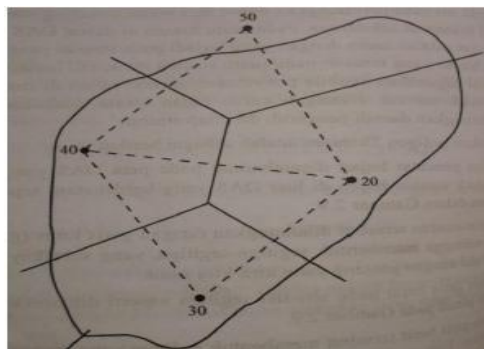
dengan :

\bar{R} : Curah hujan rata-rata (mm)

R_1, \dots, R_n : Besarnya curah hujan pada masing-masing stasiun

A_1, \dots, A_n : Luas daerah yang mewakili masing-masing stasiun

n : Banyaknya stasiun hujan



Gambar 1 : Metode Polygon Thiesen

B. Faktor erosivitas hujan (R)

Erosivitas merupakan sifat hujan, hujan dengan intensitas rendah jarang menyebabkan erosi, tetapi hujan yang lebat dengan periode yang pendek atau panjang dapat menyebabkan adanya limpasan permukaan yang besar dan kehilangan tanah.

Dalam metode USLE, prakiraan besarnya erosi dalam kurun waktu per tahun (tahunan) dan demikian angka rata-rata faktor R dihitung dari rata-rata curah hujan tahunan sebanyak mungkin dengan menggunakan persamaan :

$$EI = 6,21(RAIN)^{1,21}(DAYS)^{-0,47}(MAXP)^{0,53}$$

dengan :

EI : Erosivitas hujan rata-rata tahunan

RAIN : Curah hujan rata-rata tahunan (cm)

DAYS : Jumlah hari hujan rata-rata pertahun (hari)

MAXP: Curah hujan max rata-rata dalam 24 jam perbulan

C. Faktor erodibilitas tanah (K)

Indeks kepekaan tanah terhadap erosi atau erodibilitas tanah (K) merupakan jumlah tanah yang hilang rata-rata setiap tahun per satuan indeks daya erosi curah hujan. Nilai K (erodibilitas tanah) dapat diperoleh dari tabel dibawah ini :

Tabel 1 Nilai erodibilitas tanah

^	Jenis Tanah	Nilai K
1.	Alluvial	0,156
2..	Andosol and regosol	0,271
3.	Latosol	0,075
4.	Grey brown regosol	0,271
5.	Complex brown regosol and lithosol	0,172
6.	Brown latosol	0,175
7.	Regosol	0,301
8.	Assosiate brown andosol and red brown latosol	0,271

(Sumber : Puslitbang Pengairan Bandung, 1985)

D. Faktor panjang kemiringan lereng (LS)

Kemiringan dan panjang lereng dapat ditentukan melalui peta topografi. Baik panjang lereng (L) maupun curamnya lereng (S) mempengaruhi banyaknya tanah yang hilang karena erosi. Faktor LS merupakan rasio antara tanah yang hilang

dari suatu petak dengan panjang dan curam lereng tertentu.

Nilai LS dapat dihitung dengan rumus :

$$LS = \left(\frac{L}{22.1} \right)^{0,6} \times \left(\frac{S}{g} \right)^{1,4}$$

Dimana S :

$$S = \frac{\text{interval}}{L}$$

dengan :

LS : Faktor kemiringan lereng (m)

L : Panjang lereng (m)

S : Kemiringan lereng

g : Gravitasi (m/detik)

E. Faktor penggunaan lahan dan pengelolaan tanah (CP)

Merupakan faktor kriteria penggunaan lahan dan pengelolaan tanah, dimana C adalah faktor vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman. Sedangkan P adalah faktor tindakan tindakan khusus konservasi tanah.

Jika nilai faktor C dan P di gabungan maka kriteria penggunaan lahan dan besarnya nilai CP dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2 Faktor penggunaan lahan dan pengelolaan tanah (CP)

NO	Penggunaan Lahan	Faktor CP
1	Pemukian	0.60
2	Kebun campuran	0.30
3	Sawah	0.05

4	Tegalan	0.75
5	Perkebunan	0.40
6	Hutan	0.03
7	Padang rumput	0.07

(Sumber : RLKT (Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah), Buku II 1986)

F. Erosi

Pada metode USLE, untuk menghitung besarnya tanah yang tererosi menggunakan persamaan, berikut :

$$A = R \times LS \times K \times CP$$

dengan :

A : banyaknya tanah tererosi per satuan luas persatuan, dalam praktek dipakai satuan ton/ha/tahun.

R : merupakan faktor erosivitas hujan dan aliran permukaan, yaitu jumlah satuan indeks erosi hujan

K : faktor erodibilitas tanah, yaitu erosi per indeks erosi hujan untuk suatu jenis tanah tertentu dalam kondisi ditanami terus menerus.

LS : faktor panjang kemiringan lereng, yaitu antara besarnya erosi per indeks erosi dari suatu lahan dengan panjang dan kemiringan lahan tertentu terhadap besarnya erosi

CP : faktor tanaman penutup lahan dan manajemen tanaman, yaitu antara besarnya erosi lahan dengan penutup tanaman dan manajemen tanaman tertentu terhadap lahan yang identik tanpa tanaman.

G. Sediment Delivery Ratio (SDR)

Sediment delivery ratio merupakan perkiraan rasio tanah yang diangkut akibat erosi lahan saat terjadinya limpasan (Wischmeier dan Smith, 1978). Nilai SDR sangat dipengaruhi oleh bentuk muka bumi dan faktor lingkungan. Menurut Boyce (1975), *Sediment Delivery ratio* dapat dirumuskan dengan :

$$SDR = 0,41 A_{das}^{-0,3}$$

dengan :

SDR : *Sediment Delivery Ratio*

A_{das} : Luas DAS (km^2)

H. Sedimen potensial yang terjadi

Hubungan antara erosi lahan, angkutan sedimen dan *delivery ratio* dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$SY = SDR \times A$$

dengan :

SY : Angkutan Sedimen (ton/ha)

SDR : *Sediment Delivery Ratio*

A : Erosi Lahan (ton/ha)

I. Jumlah dan kapasitas bangunan sabo

Kapasitas bangunan sabo adalah kemampuan bangunan tersebut untuk menampung dan mengalirkan sedimen.. Kapasitas ini dihitung mempertimbangkan parameter-parameter, antara lain : lebar sungai, tinggi sabo dam dan kemiringan dasar sungai.

Kapasitas sabo dam dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Dead storage} : V_a = 1,5 (0,4 \cdot i \cdot h^2 \cdot B) \text{ m}^3$$

$$\text{Control volume} : V_b = 1,5 (0,67 \cdot i \cdot h^2 \cdot B) \text{ m}^3$$

dengan :

V : total volume endapan
sedimen (m^3)

H : tinggi efektif dam (m)

B : lebar dasar sungai rata-rata (m)

i : kemiringan rata-rata dasar sungai

METODELOGI PENELITIAN

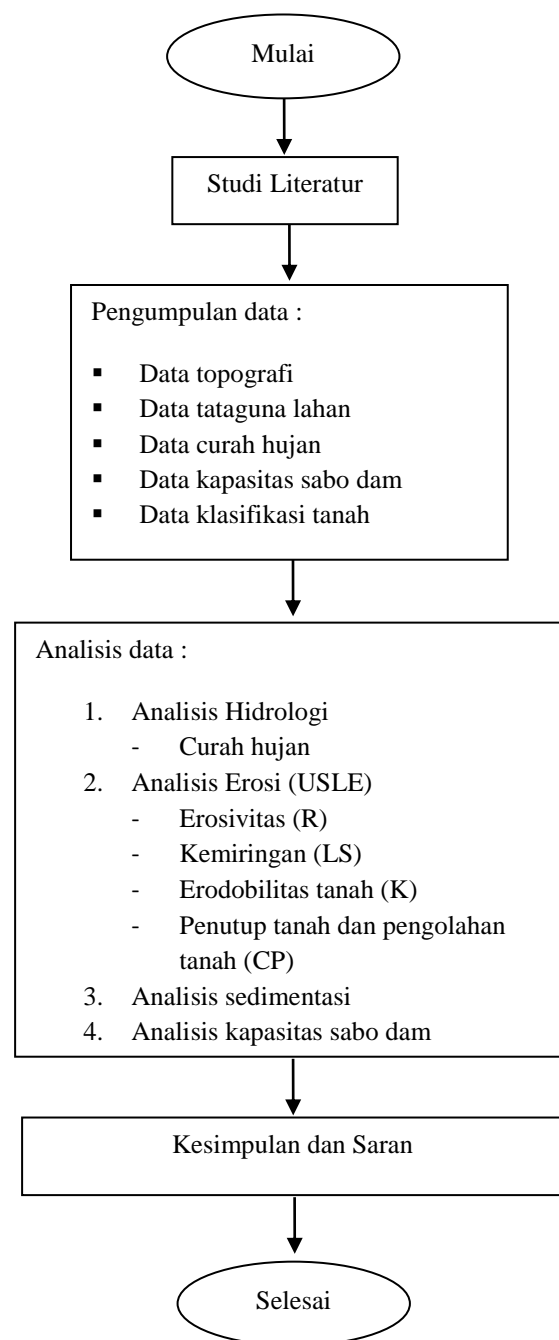
A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di sub DAS Kali Pabelan wilayah Gunung Merapi di Jawa Tengah, batas hilir dibatasi oleh sabo dam PA-C Pasekan yang terletak di Desa Gondowangi, Kec.Sawangan , Kab. Magelang, Prov. Jawa Tengah. Dimana diketahui bahwa Kali Pabelan memiliki beberapa anak sungai yaitu Kali Trising,

Kali Senowo dan Kali Apu yang masih masuk dalam cangkupan DAS Progo.

B. Diagram Alir

Dalam analisisnya penelitian ini menggunakan rumus empiris dan menggunakan *Software* ArcGIS 10.1. Bagan alir penelitian ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 2 bagan alir penelitian

C. Pengumpulan data

Dalam melakukan analisis laju erosi diperlukan beberapa data. Data yang diperoleh berupa data sekunder. Data sekunder didapat dari berbagai sumber atau instansi tertentu, diantaranya sebagai berikut:

1. Data curah hujan

Data curah hujan diperlukan untuk mengetahui jumlah curah hujan yang terjadi pada sub DAS Kali Pabelan pada tahun 2013, dimana terdapat 3 stasiun hujan yaitu Stasiun Jrasah, Stasiun Ketep dan Stasiun Talun. Data curah hujan ini diperoleh dari Balai Sabo Yogyakarta. Data curah hujan digunakan untuk mengetahui nilai erosivitas hujan pada sub DAS Kali Pabelan.

2. Data topografi,

Data topografi diperoleh dari PPK (Pejabat Pembuat Komitmen) Merapi, dimana peta topografi tersebut digunakan untuk mengetahui kemiringan dan panjang lereng. Pada analisis ini penentuan panjang lereng dilakukan dengan bantuan software ArcGIS versi 10.1.

3. Data tataguna lahan

Data tataguna lahan, diperoleh dari PPK (Pejabat Pembuat Komitmen) Merapi, dimana data tataguna lahan digunakan untuk mengetahui faktor penutup tanah dan pengolahan tanah (CP).

4. Data jenis tanah

Data jenis tanah diperoleh dari BPDAS (Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai) Serayu, Opak, Progo, Yogyakarta. Dengan bantuan ArcGIS 10.1 jenis tanah yang berada pada sub DAS Kali Pabelan dapat diketahui. Tanah yang berada pada daerah tangkapan sub DAS Kali Pabelan terdiri dari beberapa jenis, yaitu regosol coklat-kelabu, latosol coklat, regosol kelabu dan litosol, andosol coklat dan latosol merah-coklat.

5. Data kapasitas sabo dam

Data kapasitas sabo dam yang berada pada sub DAS Kali Pabelan diperoleh dari Balai Sabo Yogyakarta. Kapasitas bangunan sabo adalah kemampuan bangunan tersebut untuk menampung dan mengalirkan sedimen. Data dimensi sabo dam PA-C Pasekan didapat dari kontraktor PT. PP (Pembangunan Perumahan).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Faktor Erosivitas

Faktor erosivitas hujan yang didapatkan dari nilai rata rata curah hujan bulanan dari stasiun-stasiun hujan yang terdekat dengan lokasi penelitian. Nilai curah hujan bulanan dari masing masing stasiun diperoleh dari data tahun 2013. Untuk lokasi dan besarnya curah hujan dari masing-masing stasiun hujan dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut :

Tabel 3 Curah hujan bulanan (mm)

Curah hujan stasiun			
Bulan	Sta. Jarakah	Sta. Ketep	Sta. Talun
JAN	696.5	713	202.2
FEB	465	400	111.8
MAR	347	426	192.6
APR	266	314.5	37.4
MEI	216	161	117.6
JUNI	245	270	81.6
JULI	109.5	104.5	57.6
AGT	0.5	3	0.4
SEP	0.5	0.5	1
OKT	83	0	53.4
NOV	194.5	0	80.2
DES	388.5	227	160.2
Jumlah	3012	2619.5	1096

(Sumber : Balai Sabo Yogyakarta)

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode polygon thiesen, curah hujan rata-rata hujan yang terjadi selama tahun 2013 sebesar 2433.74 mm, maka didapatkan nilai erosivitas hujan senilai 8510,10 joule/tahun.

B. Analisis Faktor Erodibilitas

Terdapat 4 jenis tanah yang berada pada Sub DAS Kali Pabelan yaitu tanah *grey brown regosol* dengan nilai K sebesar 0.271, tanah *complex grey regosol and lithosol* dengan nilai K 0.172, tanah *brown latosol* dengan nilai K 0.175 dan tanah *associate brown andosol dan red*

brown latosol dengan nilai K 0.271. Nilai K tersebut didapat dari tabel erodibilitas tanah.

C. Analisis Faktor Ls

Faktor kemiringan lahan (Ls) membutuhkan data topografi. Peta pembagian wilayah berdasarkan elevasi dapat dilihat pada gambar 5.4. Sebagai contoh diambil perhitungan dengan elevasi 417.5-500, diambil panjang (L) antara elevasi tersebut yaitu sebesar 2541.755 m sehingga :

$$S = \text{interval} / L$$

$$S = 100 / 2541.755 = 0.0393$$

Untuk nilai S = 3.93 % maka persamaan Ls adalah :

$$LS = \left(\frac{L}{22.1} \right)^{0.6} \times \left(\frac{S}{g} \right)^{1.4}$$

$$LS = \left(\frac{2541.755}{22.1} \right)^{0.6} \times \left(\frac{3.93}{9.8} \right)^{1.4} = 4.8$$

Perhitungan seluruhnya dapat dilihat pada tabel 5.2 sebagai berikut :

Tabel 4 Perhitungan Nilai Faktor Ls

Elevasi	H	Panjang Lereng	Panjang Lereng Rata-rata	S (%)	LS
1500 - 1670	170	1231.8 2495.13	1863.4	9.12	12.94
1400 - 1500	100	1882.07 208.36	1045.2	9.56	9.76
1300 - 1400	100	1339.67 129.48	734.5	13.61	12.96

1200 – 1300	100	2492.27 303.48	1397.8	7.15	7.74
1100 – 1200	100	2127.71 667.03	1397.3	7.15	7.75
1000 – 1100	100	2846.78 699.14	1772.9	5.64	6.40
900 – 1000	100	1260.57 1205.29	1232.9	8.11	8.56
800 – 900	100	1344.33 1244.76	1294.5	7.72	8.24
700 – 800	100	2295.12 1371.08	1833.1	5.45	6.23
600 – 700	100	2165.43 1855.68	2010.5	4.97	5.79
500 – 600	100	3005.2 2607.77	2806.4	3.56	4.43
417.5 – 500	82.5	2749.59 2333.92	2541.7	3.24	3.66

(Sumber : Hasil Perhitungan)

D. Faktor Penggunaan Lahan dan Pengelolaan Tanah (CP)

Faktor CP pada penelitian ini diambil dari data tataguna lahan. Nilai CP untuk tiap-tiap lahan berbeda beda, hal ini dikarenakan jenis lahan dan cara pengelolaan tanah yang berbeda beda pula.

Jika faktor C dan P digabungkan maka kriteria penggunaan dan besarnya nilai CP dapat dilihat pada tabel 5 dan tataguna lahan pada daerah penelitian dapat dilihat pada tabel 6, sebagai berikut:

Tabel 5 Faktor Penggunaan Lahan dan Pengelolaan Tanah (CP)

No	Penggunaan Lahan	Faktor CP
1	Pemukian	0.60
2	Kebun campuran	0.30

3	Sawah	0.05
4	Tegalan	0.75
5	Perkebunan	0.40
6	Hutan	0.03
7	Padang rumput	0.07

(Sumber : RLKT (Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah), Buku II 1986)

Tabel 6 Tataguna Lahan pada Daerah penelitian Sub DAS Kali Pabelan

Elevasi	Tataguna Lahan	Nilai CP'
1500 - 1670	BUSHES	0,5
	BARE LAND	
	FOREST	
	GRASS	
	DRY LAND	
1400 - 1500	BUSHES	0,25
	BARE LAND	
	FOREST	
	PLANTATION/YARD	
	GRASS	
1300 - 1400	BUSHES	0,47
	FOREST	
	PLANTATION/YARD	
	RESIDENTIAL AREA	
	GRASS	
	IRRIGATED PADDY FIELD	
	DRY LAND	
1200 - 1300	BUSHES	0,44
	FOREST	
	PLANTATION/YARD	

	RESIDENTIAL AREA				FIELD		
	GRASS				DRY LAND		
	IRRIGATED PADDY FIELD			800 -	BUSHES	0,31	
	NON IRRIGATED PADDY			900	PLANTATION/YARD		
	DRY LAND				RESIDENTIAL AREA		
					GRASS		
1100 - 1200	BUSHES	0,26			IRRIGATED PADDY FIELD		
	FOREST					DRY LAND	
	PLANTATION/YARD				700 -	BUSHES	0,23
	RESIDENTIAL AREA				800	PLANTATION/YARD	
	GRASS					RESIDENTIAL AREA	
	IRRIGATED PADDY FIELD					GRASS	
	NON IRRIGATED PADDY					IRRIGATED PADDY FIELD	
	DRY LAND				DRY LAND		
					FRESH WATER		
1000 - 1100	BUSHES	0,31			BUSHES	0,14	
	FOREST				600 -		PLANTATION/YARD
	PLANTATION/YARD				700		RESIDENTIAL AREA
	RESIDENTIAL AREA						IRRIGATED PADDY FIELD
	GRASS					FRESH WATER	
	IRRIGATED PADDY FIELD				500 -	PLANTATION/YARD	0,14
	NON IRRIGATED PADDY				600	RESIDENTIAL AREA	
	DRY LAND				DRY LAND		
900 - 1000	BUSHES	0,27			FRESH WATER		
	PLANTATION/YARD					IRRIGATED PADDY FIELD	
	RESIDENTIAL AREA				417.5 -	PLANTATION/YARD	0,16
	GRASS				500	RESIDENTIAL AREA	
	IRRIGATED PADDY						

	DRY LAND	
	FRESH WATER	
	IRRIGATED PADDY FIELD	

(Sumber : Hasil perhitungan)

Keterangan :

Bushes	: Kebun campuran
Bareland	: Tegalan
Residential area	: Pemukiman
Irrigated paddy field	: Sawah
Dry land	: Tegalan
Plantation	: Perkebunan
Forest	: Hutan
Fresh Water	: Air
Grass	: Padang rumput

E. Laju Erosi

Dihitung menggunakan rumus dari metode USLE , dengan contoh perhitungan pada elevasi 1500-1670 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 A &= R \times LS \times K \times CP \\
 &= 8510,1 \times 12,94 \times 0,271 \times 0,5 \\
 &= 14.904,07 \text{ ton/ha/th}
 \end{aligned}$$

F. Sediment deliverti ratio (SDR)

$$\begin{aligned}
 \text{SDR} &= 0,41 A_{\text{das}}^{-0,3} \\
 &= 0,41 (8800)^{-0,3} \\
 &= 0,02
 \end{aligned}$$

Sedimentasi potensial

Sedimentasi yang terjadi adalah, berikut contoh perhitungannya :

$$\begin{aligned}
 \text{Spot} &= A \times \text{SDR} \\
 &= 14.904,77 \times 0,02 \\
 &= 400,63 \text{ ton/ha/tahun}
 \end{aligned}$$

Jadi besar volume sedimen pada elevasi 1500-1670 adalah 400,63 ton/ha/tahun.

Rekapitulasi perhitungan erosi dan sedimentasi dengan metode USLE dapat dilihat pada tabel 8.

G. Kapasitas Sabo Dam

Kapasitas sabo dam pada sub DAS Kali Pabelan. Data kapasitas sabo dam ini termasuk kapasitas sabo pada Kali Apu, Kali Senowo dan Kali Trising. Data kapasitas sabo dam sebagai berikut :

Tabel 7 Kapasitas Bangunan Sabo di sub DAS Kali Pabelan

SUNGAI	NAMA BANGUNAN SABO	DAYA TAMPUNG TOTAL M ³
APU	AP-RD1A	122,850
APU	AP-D3	96,078
APU	AP-D2	18,266
APU	AP-RD2	416,978
APU	AP-D4	5,000
SENOWO	SE-RD5	184,406
SENOWO	SE-RD6	265,660
SENOWO	SE-D2	149,549

SENOWO	SE-D3	267,973
SENOWO	SE-D1	125,245
SENOWO	SE-RD6A	191,821
SENOWO	SE-C2	37,286
SENOWO	SE-C1	15,940
TRISING	TR-D4	90,206
TRISING	TR-RD1	156,921
TRISING	TR-RD2	194,675
TRISING	TR-C8	12,672
TRISING	TR-RD8	205,253
TRISING	TR-D0	94,669
PABELAN	PA-D0	83,274
PABELAN	PA-C1c	2,181
PABELAN	PA-C1b	3,909
PABELAN	PA-C1a	5,038
PABELAN	PA-C	29,204
PABELAN	PA-C1	202,601
PABELAN	PA-C2	60,112
PABELAN	PA-RD2	223,393
PABELAN	PA-RD4	198,923
PABELAN	PA-RD5	211,251
PABELAN	PA-D3	87,451
PABELAN	PA-D2	183,118
PABELAN	PA-D1	15,286
PABELAN	PA-C3	54,863
PABELAN	PA-C Pasekan	
TOTAL		4,012,061

(Sumber : Balai Sabo Yogyakarta)

Berikut adalah perhitungan volume sedimen yang melimpas pada bangunan sabo PA-C Pasekan, dengan asumsi kondisi kapasitas bangunan hulu kosong :

$$\begin{aligned} \text{Vol. sedimen} &= \text{Vol. sedimen potensial} - \\ &\quad \text{Kapasitas Sabo Dam} \\ &= 5.536.707,19 - 4.012.061 \\ &= 1.524.646,47 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensi bangunan sabo dam PA-C Pasekan memiliki dimensi :

- Tinggi efektif sabo dam (H) = 12 m
- Lebar dasar sungai rata-rata (B = 107 m

Dengan menggunakan data diatas maka kapasitas dari bangunan sabo dam PA-C Pasekan dapat dihitung dengan rumus :

- Dead storage* : $V_a = 1,5 (0,67 \cdot i \cdot H^2 \cdot B) \text{ m}^3$
- Control volume* : $V_b = 1,5 (0,4 \cdot i \cdot H^2 \cdot B) \text{ m}^3$

Sehingga perhitungan kapasitas sabo dam menjadi :

- Dead storage* :

$$\begin{aligned} V_a \quad \text{Control volume} &= 1,5 (0,67 \cdot i \cdot H^2 \cdot B) \\ &= 1,5 (0,67 \times 6,3 \times 12^2 \times \\ &\quad 107) \\ &= 97.696,183 \text{ m}^3 \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} V_b &= 1,5 (0,4 \cdot i \cdot H^2 \cdot B) \\ &= 1,5 (0,4 \times 6,3 \times 12^2 \times 107) \end{aligned}$$

$$= 58.326,079 \text{ m}^3$$

b. Volume kapasitas :

$$\text{Vol} = \text{Dead storage} + \text{Control volume}$$

$$= 97.696,183 + 58.326,079$$

$$= 156.022,263 \text{ m}^3$$

Dari perhitungan didapatkan hasil bahwa kapasitas sabo dam yang berada pada sub DAS Kali Pabelan tidak cukup untuk menampung angkutan sedimen yang mengalir. Dengan limpasan sebesar 1.524.646,47 m³ dan kapasitas bangunan sabo dam PA-C Pasekan sebesar 156.022,263 m³ maka bangunan sabo dam PA-C Pasekan dinilai tidak mampu untuk menampung limpasan angkutan sedimen. Hal ini disebabkan karena nilai angkutan sedimen lebih besar dibandingkan kapasitas total bangunan.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data dengan menggunakan metode USLE dan dengan bantuan ArcGIS 10.1 maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Laju erosi potensial di Sub-DAS Kali Pabelan dengan menggunakan perhitungan metode USLE adalah 62.260,30 ton/ha/tahun. Dan angkutan sedimen yang terjadi sebesar 5.536.707,19 m³/tahun.

2. Besar total kapasitas daya tampung *control volume* di Sub-DAS Kali Pabelan sebesar 4.012.061 m³ dengan jumlah sabo dam sebanyak 34 buah.
3. Evaluasi dilakukan dengan cara mengasumsikan kondisi sabo dam hulu dalam keadaan baik. Ketika kondisi sabo dam bagian hulu baik, maka daya tampung total sabo dam di Sub-DAS Kali Pabelan sebesar 4.012.061 m³, dan limpasan sedimen yang mengalir ke bangunan sabo dam PA-C Pasekan adalah sebesar 1.524.646,47 m³. Dengan kapasitas bangunan sabo dam PA-C Pasekan sebesar 156.022,263 m³, maka bangunan sabo dam tersebut dinilai tidak mampu untuk menampung angkutan sedimen yang terjadi. Hal ini dikarenakan nilai angkutan sedimen lebih besar dibandingkan kapasitas total bangunan

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay.** 2004. Hidrologi dan Pengelolaan DAS. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Arsyad, S.** 1989. Konservasi Tanah dan Air. Penerbit Institut Pertanian Bogor Press, Bogor.

- Asdak, C.** 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Penerbit Gajah Mada University Press, Bulaksumur, Yogyakarta. Cetakan ke VI
- Cahyono, Joko.** 2000. *Pengantar Teknologi Sabo.*
- Ikhsan, Jazaul. Dan Fahmi, Arizal A.** 2015. *Studi Pengaruh Banjir Lahar Dingin Terhadap Perubahan Karakteristik Material Dasar Sungai.* Jurnal, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Junaidi, Aprisal.** 2010. *Prediksi Erosi dan Sedimentasi Pada Berbagai Penggunaan Lahan di sub DAS Danau Limau Manis pada DAS Kuranji Kota Padang.* Jurnal, Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang.
- Marseli, Yusti.** 2015. *Analisis Laju Erosi Pada Daerah Tangkapan Waduk Sermo Menggunakan Metode USLE.* Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Muchlis, Hendra.** 2013. *Kajian Sedimentasi Rencana Bangunan Penahan Sedimen Sungai Kapur Kecil.* Jurnal. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Riau
- Rahman, Abdul.** 2008. *Prediksi Erosi dengan Menggunakan Metode USLE dan Sistem Informasi Geografis (SIG) Berbasis Pixel di Daerah Tangkapan Air Danau Buyan.* Universitas Udayana, Denpasar.
- Setyadi, Hartomo.** 2012. *Analisis Kemampuan Bangunan Sabo Dalam Mengendalikan Sedimen di Sungai Pabelan.* Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Triatmojo, B.** 2008. *Hidrologi Terapan.* Yogyakarta : Beta Offset.

Tabel Rekapitulasi Perhitungan Data

No	Elavasi	Panjang Lereng Rata-rata	Slope	LS	CP Lahan	Nilai Erodibilitas (K)	Nilai Erosivitas (R)	Erosi	Luas	SDR	Sedimentasi
1	1500 - 1670	1863,47	5,37	12,94	0,50	0,27	8510,10	14904,07	362,45	0,027	400,63
2	1400 - 1500	1045,22	9,57	9,78	0,25	0,27	8510,10	5698,22	429,70		153,17
3	1300 - 1400	734,58	13,61	12,97	0,48	0,27	8510,10	14230,41	578,47		382,52
4	1200 - 1300	1397,88	7,15	7,75	0,44	0,22	8510,10	6431,04	1272,48		172,87
5	1100 - 1200	1397,37	7,16	7,75	0,26	0,22	8510,10	3800,93	1696,63		102,17
6	1000 - 1100	1772,96	5,64	6,41	0,31	0,17	8510,10	2918,63	1337,61		78,45
7	900 - 1000	1232,93	8,11	8,57	0,28	0,17	8510,10	3514,92	563,05		94,48
8	800 - 900	1294,55	7,72	8,24	0,31	0,17	8510,10	3831,51	524,75		102,99
9	700 - 800	1833,10	5,46	6,24	0,23	0,17	8510,10	2102,02	508,21		56,50
10	600 - 700	2010,56	4,97	5,79	0,15	0,27	8510,10	1942,60	476,88		52,22
11	500 - 600	2806,49	3,56	4,44	0,15	0,27	8510,10	1502,95	527,22		40,40
12	417.5 - 500	2541,76	3,93	3,67	0,16	0,27	8510,10	1383,01	522,57		37,18
Total								62260,30144	8800,005	ton/ha/th	1673,59
Vol. sedimen potensial										ton/th	14727641,13
										m3/ha/th	629,17
										m3/th	5536707,19

(Sumber : Hasil Perhitungan)

