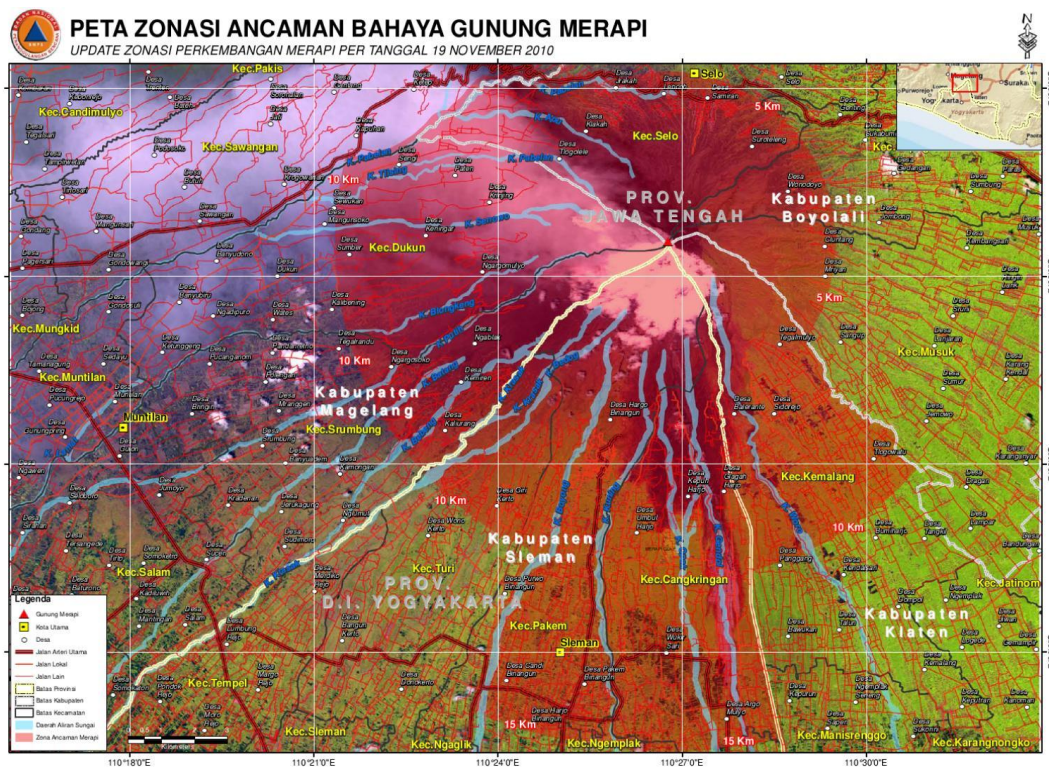


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Gunung Merapi merupakan salah satu gunung yang paling aktif di Indonesia. Erupsi tahun 2010 merupakan erupsi yang paling besar bila dibandingkan dengan bencana serupa pada kejadian sebelumnya, yaitu pada tahun 1994, 1997, 1998, 2001 dan 2006, atau terbesar sejak 150 tahun, tepatnya tahun 1872 (BNPB, 2001). Jazaul Ikhsan (2015) mengatakan pasca letusan Gunung Merapi pada tahun 2010 terjadi lahar dingin dengan frekuensi yang cukup tinggi, terutama ketika terjadi intensitas hujan yang tinggi. Di Gunung Merapi, potensi banjir lahar cukup besar disebabkan oleh beberapa faktor antara lain : (a) curah hujan yang cukup tinggi, antara 2600-3000mm (b) endapan sedimen yang besar, sebagai contoh menurut BPPTK, letusan tahun 2010 menghasilkan material tidak kurang dari 100 juta m<sup>3</sup> dan (c) kemiringan sungai yang mencukupi, dimana diatas elevasi 1000 bervariasi antara 1/1–1/6.



Gambar 2.1 Peta Zonasi Ancaman Bahaya Gunung Merapi

DAS Kali Pabelan merupakan sub-DAS terbesar Merapi. Kali Pabelan terbentuk dari gabungan Kali Apu, Kali Trising dan Kali Senowo dengan luas daerah tangkapan sungai mencapai 110 km<sup>2</sup>. Dinamika sedimen dapat menimbulkan berbagai masalah, bahkan dapat menimbulkan bencana yang berkepanjangan (Sutikno, 2012). Data luas DAS, kemiringan dan dimensi sungai pada kawasan Gunung Merapi dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.1 DAS Sekitar Kawasan Gunung Merapi

Sistem Sungai	Luas DAS (km <sup>2</sup> )	Panjang Sungai (km)	Kemiringan Dasar Sungai			Lebar Sungai (m)	
			<EL.500 m	EL.500m-EL.1000m	>EL 1000m	Min	Max
1. K. Progo							
a. K. Pabelan	110	32	1/53	1/21	1/3	10	180
1) K. Apu	8	6	-	1/14	1/4	10	100
2) K. Trising	10	11	-	1/17	1/5	10	120
3) K. Senowo	8	12	-	1/19	1/4	10	130
b. K. Blongkeng	68	24	1/43	1/19	1/1	10	120
1) K. Lamat	14	19	1/38	1/21	1/2	10	110
2) K. Putih	26	23	1/39	1/16	1/6	10	200
c. K. Batang	23	19	1/37	1/15	-	10	230
d. K. Krasak	34	27	1/26	1/17	1/16	10	250
1) K. Bebeng	10	14	1/23	1/15	1/5	10	280

(Sumber : Pusat Litbang Sumber Daya Air)

Proses erosi dan sedimentasi pada sungai gunung berapi berbeda, karena mengandung material dari letusan gunung. Menurut Arsyad (1989) Besar kecil atau kuat lemahnya erosi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor alam. Beberapa faktor alam yang mempengaruhi kuat lemahnya erosi antara lain :

- a. Kemiringan lereng, semakin miring atau curam keadaan lereng akan semakin besar erosinya dan sebaliknya.
- b. Keadaan vegetasi atau tumbuhan, semakin banyak tumbuhan atau vegetasi ataupun tanaman suatu tempat, akan semakin kecil erosi yang terjadi.

- c. Volume air, sebagai tenaga erosi, semakin besar volume air akan semakin kuat daya atau kekuatan erosinya, dan sebagainya.

Mekanisme terjadinya erosi oleh Schwab (1999) diidentifikasi menjadi tiga tahap yaitu:

- a. *Detachment* (penghancuran tanah dari agregat tanah menjadi partikel-partikel tanah).
- b. *Transportation* (pengangkutan partikel tanah oleh limpasan hujan atau run off).
- c. *Sedimentation* (sedimen/pengendapan tanah tererosi); tanah-tanah tererosi akan terendapkan pada cekungan-cekungan atau pada daerah-daerah bagian bawah. Cekungan-cekungan yang menampung partikel-partikel tanah akibat top soil yang tergerus akan menjadi area pertanian yang subur.

Asdak (1995) mengemukakan bahwa untuk prakiraan besarnya erosi dapat memanfaatkan rumus *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Wischmeier dan Smith (1978) juga menyatakan bahwa metode yang umum digunakan untuk menghitung laju erosi adalah metode USLE.

Adapun persamaan ini adalah :

$$A = R \cdot LS \cdot K \cdot CP \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

A : Jumlah tanah yang hilang rata-rata setiap tahun

R : Erosivitas hujan

LS : Faktor panjang lereng dan kemiringan lereng

K : Faktor erodibilitas tanah

CP : Faktor penutup tanah dan pengelolaan tanah

Untuk menganalisis data lahan digunakan program ArcGIS 10.1. ArcGIS adalah program Sistem Informasi Geografis (SIG) yang mempunyai kemampuan menghubungkan berbagai data pada suatu titik tertentu di bumi, menggabungkannya menganalisa dan akhirnya memetakan hasilnya. Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem informasi berbasis komputer yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data atau informasi geografis

(Aronoff, 1989). Prediksi erosi dengan metode USLE dapat memanfaatkan SIG dalam perhitungannya. SIG dapat memenejemen data yang bereferensi geografi dengan cepat, sehingga akan memudahkan dalam menganalisis data-data yang berkaitan dengan erosi.

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 Marseli menggunakan bantuan program ArcGIS 10.1.

Ancaman banjir lahar dingin pada tiap sungai berbeda beda, hal ini tergantung pada perilaku aliran lahar hujan yang berkaitan dengan proses erosi. Salah satu upaya untuk meminimalisir bencana banjir lahar dingin adalah dengan membangun sabo dam. Yudhistiro (2012) mengatakan bangunan sabo dam merupakan suatu konstruksi bangunan air yang fungsinya sebagai penahan, penampung dan pengendali sedimen yang larut pada aliran sungai, sehingga sedimen tersebut tidak mengganggu kinerja dam yang ada.

Setyadi (2013) dalam tugas akhirnya yang berjudul “Analisis Kemampuan Bangunan Sabo Dam dalam Megendalikan Sedimen di Sungai Pabelan” mengatakan pasca erupsi gunung Merapi 2010 terjadi sedimentasi di Sungai Apu dengan jumlah volume sedimen 5,5 juta m<sup>3</sup>, dan Sungai Trising sebesar 5,0 juta m<sup>3</sup> (Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kegunungapian, 2012). Sungai Pabelan merupakan pertemuan kedua sungai dengan luas DAS Sungai Apu adalah 8 km<sup>2</sup> dan luas DAS Sungai Trising adalah 10 km<sup>2</sup>. 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.

Wahyono (2000) dalam buku mengenai sabo dam menuliskan bahwa bentuk sabo dam sangat bervariasi, tergantung kondisi dan situasi setempat, antara lain ; konfigurasi palung sungai, (sempit, lebar, dalam atau dangkal) dan jenis material sedimen (pasir, kerikil, batu atau tanah).

Berdasarkan bentuknya, sabo dam dapat dibedakan menjadi 2, yaitu :

a. Sabo dam tipe tertutup

Sabo dam tipe tertutup merupakan suatu bentuk dinding tertutup, tipe sabo dam ini sangat efektif dalam menahan, menampung dan mengurangi aliran sedimen. Aliran sedimen akan mengisi ruang tampung secara cepat maupun lambat tergantung skala dan interval banjir. Namun apabila daya tampung sudah penuh dengan sedimen, fungsi utama sabo dam hanya sebagai penahan laju debit puncak sedimen yang dikarenakan daya tampung sudah nol. Contoh bentuk sabo dam tipe tertutup dapat dilihat pada Gambar 2.2



(sumber : [www.jamesthoengsal.blogspot.com](http://www.jamesthoengsal.blogspot.com))

Gambar 2.2 Sabo Dam Tipe Tertutup



b. Sabo dam tipe terbuka

Tipe sabo dam terbuka pada umumnya mempunyai dua macam bentuk, yaitu: bentuk *slit* dan bentuk *grid*. Prinsip sabo dam terbuka ialah tubuh main dam diberikan lubang sesuai dengan persyaratan agar mampu mengalirkan sedimen secara bertahap atau perlahan. Contoh gambar untuk sabo dam terbuka dengan bentuk *slit* dapat dilihat di gambar 2.3 dan untuk bentuk *grid* dapat dilihat di gambar 2.4.



(sumber : [www.jamesthoengsal.blogspot.com](http://www.jamesthoengsal.blogspot.com))

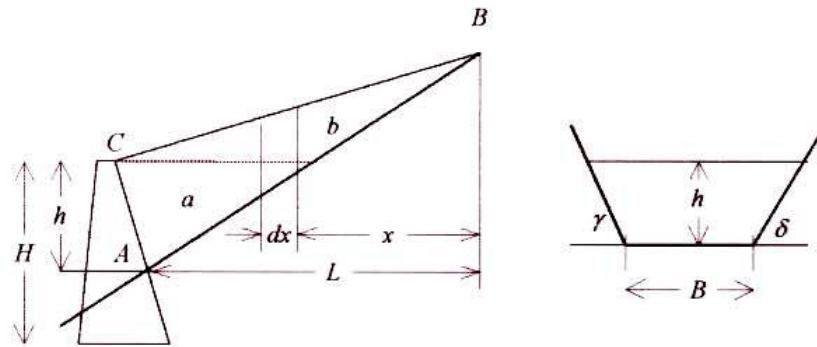
Gambar 2.3 Sabo Dam Tipe Terbuka (*Slit*)



(sumber : [www.iwanmaros.blogspot.com](http://www.iwanmaros.blogspot.com))

Gambar 2.4 Sabo Dam Tipe Terbuka (*Grid*)

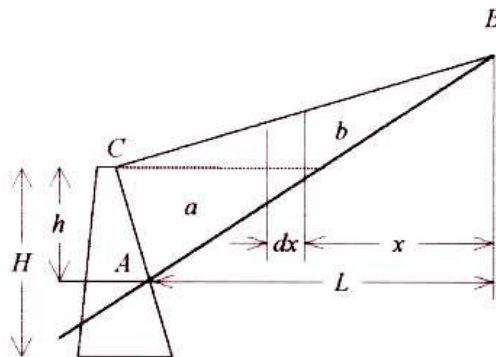
Wahyono mengatakan bahwa volume sedimen yang dapat ditampung oleh bangunan sabo dam dapat dirumuskan sebagai berikut :



Gambar 2.5 Gambar penampang melintang dam memanjang sabo dam

$$V = \frac{1}{2} H.L \left\{ B + \frac{1}{3} (\cot \gamma + \cot \delta) H \right\}$$

Atau dengan rumus sebagai berikut :



Gambar 2.6 Gambar penampang memanjang sabo dam

$$V = \frac{1}{2} x \frac{H^2 B}{\tan \alpha \cdot \tan \beta}$$

dengan :

V : total volume endapan sedimen (m<sup>3</sup>)

H : tinggi efektif dam (m)

- $B$  : lebar dasar sungai rata-rata (m)  
 $\alpha$  : sudut kemiringan rata-rata dasar sungai ( $^{\circ}$ )  
 $\beta$  : sudut kemiringan permukaan endapan sedimen ( $^{\circ}$ )  
 $\gamma, \delta$  : sudut kemiringan rata-rata tebing sungai ( $^{\circ}$ )

Bagian (a) merupakan *dead storage*, sedang bagian (b) disebut sebagai *control volume*, karena pada saat berlangsung aliran debris, endapan sedimen tersebut akan terangkut. *Dead storage* adalah tampungan sedimen yang berada di bagian atas dari sabo dam, memiliki tinggi sama dengan tinggi efektif dam. *Control volume* adalah volume tampungan limpasan sabo dam yang berasal dari hulu, berada diatas tampungan *dead storage*. Secara kasar, *control volume* dan *dead storage* dapat diestimasi dengan rumus berikut :

$$\text{Dead storage} : V_a = 1,5 (0,67 \cdot i \cdot h^2 \cdot B) \text{ m}^3$$

$$\text{Control volume} : V_b = 1,5 (0,4 \cdot i \cdot h^2 \cdot B) \text{ m}^3$$

Dalam hal ini  $i$  adalah kemiringan rata-rata dasar sungai di hulu dam.