

# **PENDEKATAN MORFOLOGI SUNGAI UNTUK ANALISIS LUAPAN LAHAR AKIBAT ERUPSI MERAPI TAHUN 2010 DI SUNGAI PUTIH, KABUPATEN MAGELANG**

Trimida Suryani  
trimida\_s@yahoo.com

Danang Sri Hadmoko  
danang@gadjahmada.edu

## **Abstract**

*The located of research is in Putih River, Magelang District, Central Java, to know the effect of river morphological for lahar extension and change of river morphological before and after Merapi eruption 2010. The research methods are survey and instansional data collection.*

*The research result: (1) Wide of cross section, meandering degree, width of valley, heigth of cliff, and slope tend to have smaller values, with the variety of topography from the very steep slope until ramps-flat. (2) Safe maximum debit that can be stored by river before eruption is approximately 5625 m<sup>3</sup>/s, whereas after eruption becomes 3337 m<sup>3</sup>/s. (3) Valley width increase occured but river cliff high decrease occured after eruption. (4) Lahar extension start occuring at point 9 and 10 where at that points there are breaks of slope, slope 8-25%, river valley which is getting narrow, and a value of river meander degree which is getting higher.*

*Key words : morphology, lahar, Merapi, Putih River*

## **Abstrak**

Lokasi penelitian adalah di Sungai Putih Kabupaten Magelang, Jawa Tengah, untuk mengetahui pengaruh morfologi sungai terhadap luapan lahar dan perubahan morfologi sungai sebelum dan sesudah erupsi Merapi 2010. Metode penelitian adalah survey dan pengumpulan data instansional.

Hasil penelitian: (1) Luas penampang melintang, derajat meandering, lebar lembah, tinggi tebing, dan kemiringan lereng memiliki kecenderungan semakin kecil nilainya dengan topografi bervariasi dari sangat curam hingga datar. (2) Debit aman maksimum yang dapat ditampung oleh sungai sebelum erupsi Merapi 2010 rata-rata sebesar 5625 m<sup>3</sup>/detik, sedangkan sesudah erupsi menjadi 3337 m<sup>3</sup>/detik. (3) Lembah sungai sebagian besar mengalami pelebaran namun terjadi pendangkalan dasar sungai pasca erupsi Merapi 2010. (4) Luapan lahar di Sungai Putih mulai terjadi pada segmen 9 dan 10 di mana pada segmen tersebut terdapat

tekuk lereng, kemiringan landai yaitu sekitar 8-25%, lembah sungai yang menyempit, dan derajat meander sungai yang semakin besar.

Kata kunci : morfologi, lahar, Merapi, Sungai Putih

## **PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan salah satu negara di dunia yang memiliki gunungapi dengan jumlah yang cukup banyak yaitu 129 gunungapi aktif (Badan Geologi, 2011). Gunungapi Merapi merupakan salah satu gunungapi di Indonesia yang mendapatkan perhatian paling intensif dari berbagai lapisan masyarakat karena termasuk gunungapi paling aktif di Indonesia. Gunungapi Merapi (2965 m) terletak di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, tepatnya 30 km di utara Kota Yogyakarta. Lebih dari 61 kejadian erupsi dalam sejarah menyebabkan gunungapi ini menjadi salah satu gunungapi teraktif di dunia (Volcanological Survey of Indonesia, 1990 dalam Lavigne, et al., 2000). Sungai Putih merupakan salah satu sungai yang dialiri aliran lahar pasca erupsi Merapi tahun 2010. Aliran lahar ini meluap pada titik tertentu di **METODE PENELITIAN**

### **Metode Penelitian**

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah survey dan pengumpulan data instansional. Survei lapangan dilakukan untuk memperoleh data penampang melintang Sungai Putih setelah erupsi Merapi tahun 2010. Pengukuran sedangkan pengumpulan data instansional dilakukan untuk memperoleh data

sepanjang Sungai Putih, terutama pada alur sungai di bagian hilir, yang mengindikasikan bahwa morfologi sungai berpengaruh terhadap luapan lahar. Daerah di sekitar Sungai Putih bagian hilir lebih dipadati oleh permukiman penduduk daripada di bagian hulu, hal ini menyebabkan banyak terjadinya kerusakan pada permukiman penduduk akibat luapan lahar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana karakteristik morfologi Sungai Putih sebelum erupsi Merapi tahun 2010, debit aman maksimum yang dapat ditampung Sungai Putih, perubahan penampang memanjang dan melintang Sungai Putih sebelum dan sesudah erupsi Merapi tahun 2010, dan pengaruh morfologi sungai terhadap luapan lahar.

penampang melintang Sungai Putih sebelum erupsi Merapi tahun 2010. Teknik sampling yang digunakan adalah *multi-stage sampling*, dengan yang pertama dilakukan adalah *systematic sampling*, kemudian *purposive sampling*. Obyek pengambilan sampel dilakukan di sepanjang Sungai Utama Putih setiap 1 km dari hulu hingga hilir serta titik tertentu di mana terjadi anomali atau karakteristik khusus.

Pengolahan data dilakukan dengan beberapa tahapan. Karakteristik morfologi Sungai sebelum erupsi Merapi tahun 2010 diolah dari data kontur detil dan penampang melintang sungai tahun 2005 dan citra. Dari penampang melintang diperoleh data lebar lembah, tinggi tebing, dan luas penampang melintang, dari citra diperoleh data derajat meander, pola alur sungai, dan dari kontur detil diperoleh data tekuk lereng dan karakteristik topografi. Karakteristik morfologi sungai sesudah erupsi diolah dari hasil pengukuran penampang melintang di lapangan dan dihitung lebar lembah, tinggi tebing, dan luas penampang melintang dengan metode grid.

Perhitungan debit aman maksimum sebelum dan sesudah erupsi dihitung dengan rumus :

$$Q = A \times V$$

Keterangan :

$$Q = \text{debit (m}^3/\text{detik)}$$

$$A = \text{luas penampang melintang (m}^2\text{)}$$

$$V = \text{kecepatan aliran lahar (m/detik)}$$

Luas penampang melintang dihitung dengan menggunakan metode grid. Kecepatan aliran lahar diperoleh dengan melakukan pembobotan pada parameter yang mempengaruhi kecepatan aliran lahar, yaitu koefisien Manning, derajat meandering, dan tekuk lereng akibat Sabo Dam, seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Analisis dari hasil penelitian menggunakan metode deskriptif kualitatif.

Tabel 1. Pembobotan Kecepatan Aliran Lahar

Asumsi Kecepatan (m/s)	Level penyesuaian nilai kecepatan	Koefisien Manning (n)	Derajat Meandering	Tekuk lereng akibat Sabo DAM
5	+2	<0,5	-	-
	+1	0,5-1	Lurus	-
	0	1-1,5	Sinous	<2 m
	-1	1,5-2	Meander	2-4 m
	-2	>2	-	>4 m

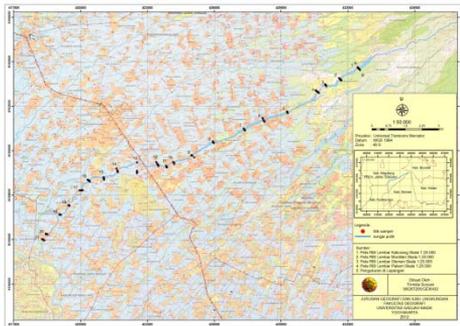
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik morfologi Sungai Putih sebelum erupsi Merapi tahun 2010

Pengamatan dan pengukuran karakteristik morfologi sungai di

lokasi penelitian menggunakan beberapa parameter yang mendukung terhadap perhitungan debit maksimum aman yang dapat ditampung sungai seperti derajat meander sungai, tekuk lereng akibat Sabo Dam, dan koefisien Manning,

khususnya dalam penelitian ini adalah debit aliran lahar. Parameter-parameter yang digunakan meliputi parameter morfometri dan morfografi. Parameter morfometri yang digunakan adalah luas penampang melintang sungai, lebar lembah, tinggi tebing, derajat meandering, koefisien manning, tekuk lereng (akibat Sabo Dam), dan kemiringan lereng. Parameter morfografi yang digunakan adalah bentuk lembah, pola alur sungai, ada atau tidaknya tekuk lereng (akibat sabo dam), dan topografi. Sebaran titik pengukuran dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta sebaran sebaran titik sampel

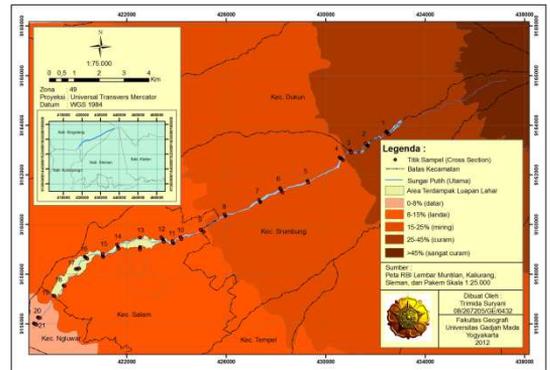
Pengamatan dan pengukuran terhadap penampang melintang sungai di setiap titik sampel menunjukkan terdapat kecenderungan bahwa luas penampang melintang Sungai Putih dari hulu hingga ke hilir semakin kecil, begitu pula dengan lebar lembah dan tinggi tebing. Analisis luas penampang melintang, lebar lembah, dan tinggi tebing hanya dapat dilakukan pada 13 titik sampel saja karena keterbatasan data sekunder terhadap pengukuran

penampang melintang sungai. Luas penampang melintang sungai, lebar lembah, dan tinggi tebing sangat dipengaruhi oleh gradien sungai, di mana gradien sungai bagian hulu lebih besar dan akan semakin kecil jika menuju ke hilir. Gradien sungai yang besar di bagian hulu mengakibatkan kekuatan aliran air menjadi besar dan memiliki daya erosi yang kuat (biasanya erosi vertikal). Daya erosi yang kuat ini membentuk lembah sungai yang lebar, tebing yang tinggi dan bentuk lembah pada umumnya berbentuk seperti huruf V, sehingga luas penampang melintang sungainya akan menjadi besar pula. Hasil pengukuran derajat meandering di Sungai Putih menunjukkan bahwa karakter meander di sepanjang Sungai Putih dari hulu hingga hilir memiliki kecenderungan semakin besar nilainya, artinya semakin ke hilir, pembelokan alur sungai semakin banyak terjadi dengan ukuran pembelokan yang semakin besar. Bagian tengah hingga hilir sungai memiliki kondisi topografi yang lebih landai bahkan hampir datar, sehingga kekuatan aliran air sungai mulai melemah. Aliran air yang melemah ini akan mencari jalan yang lebih mudah untuk dilewati (lebih datar) dengan menggerus tebing-tebing sungai yang bisa dilewati aliran air tersebut. Erosi yang lebih dominan terjadi adalah erosi ke samping atau erosi lateral yang mengakibatkan terbentuknya lembah yang lebar dan alur sungai yang berkelok-kelok di bagian hilir sungai.

Hasil pengamatan terhadap material dasar lembah di setiap segmen sungai dari titik sampel 1 hingga 21 menunjukkan bahwa koefisien Manning di semua titik sampel di sepanjang Sungai Putih bernilai 0,03. Material di lembah Sungai Putih dari hulu hingga ke hilir cenderung memiliki karakteristik yang hampir sama. Sungai Putih tergolong tipe sungai pegunungan yang memiliki tipe saluran berupa dasar batuan kerikil, batuan bundar, dan batu-batu besar.

Kemiringan lereng merupakan faktor yang penting dalam analisis dinamika morfologi sungai, karena kemiringan lereng berdampak terhadap proses-proses yang terjadi pada suatu daerah tertentu. Kemiringan yang besar akan mengakibatkan daya aliran air pada suatu lembah sungai menjadi lebih besar sehingga tingkat erosinya menjadi lebih besar. Erosi yang biasanya terjadi adalah erosi vertikal, di mana aliran air cenderung menggerus dasar lembah sehingga lembah menjadi lebih dalam. Berdasarkan peta kemiringan lereng lokasi penelitian pada Gambar 2, diketahui bahwa segmen yang berada pada kemiringan yang curam adalah segmen 1 hingga 3 dengan kemiringan >25%. Segmen yang berada pada kemiringan yang tergolong miring adalah segmen 4 hingga 8 dengan kemiringan 15-25%. Segmen yang berada pada kemiringan yang tergolong landai adalah segmen 9 hingga 19 dengan kemiringan 8-25%, dan segmen yang berada pada kemiringan yang

tergolong datar adalah segmen 20 dan 21 dengan kemiringan 0-8%.



Gambar 2. Peta lereng lokasi penelitian

### Debit maksimum aman yang dapat ditampung oleh Sungai Putih sebelum dan sesudah erupsi Merapi tahun 2010

Aliran lahar yang mengalir di Sungai Putih mulai meluap pada segmen 10 hingga segmen 19. Perhitungan debit aliran lahar diperoleh dari perkalian antara kecepatan aliran lahar dengan luas penampang melintang sungai. Berdasarkan hasil perhitungan debit aliran lahar di Sungai Putih sebelum dan sesudah erupsi Merapi tahun 2010 pada Tabel 4.4, diketahui bahwa terjadi perubahan daya tampung Sungai Putih yang sangat besar. Perubahan tersebut terjadi karena perubahan morfologi Sungai Putih yang berubah setelah terjadinya erupsi Merapi tahun 2010. Debit maksimum aman yang dapat ditampung Sungai Putih sebelum erupsi Merapi tahun 2010 rata-rata  $5.625 \text{ m}^3/\text{detik}$ , dan menurun menjadi  $3.337 \text{ m}^3/\text{detik}$  setelah terjadinya

erupsi Merapi tahun 2010 yang lalu,  
dengan jumlah penurunan sebesar

1.987,69 m<sup>3</sup>/detik.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Debit Aliran Lahar di Sungai Putih

No. Sampel	Kecepatan lahar (m/s)	Luas Penampang Melintang Sungai (m <sup>2</sup> )		Debit (m <sup>3</sup> /s)			Keterangan
		Sebelum Erupsi 2010	Sesudah Erupsi 2010	Sebelum Erupsi 2010	Sesudah Erupsi 2010	Selisih Debit	
1	8	1.110	380	8.880	3.040	-5.840	Penurunan daya tampung
2	8	1.280	1.210	10.240	9.680	-560	Penurunan daya tampung
3	8	2.020	330	16.160	2.640	-13.520	Penurunan daya tampung
4	8	490	560	3.920	4.480	560	Peningkatan daya tampung
5	8	1.340	640	10.720	5.120	-5.600	Penurunan daya tampung
6	8	230	690	1.840	5.520	3.680	Peningkatan daya tampung
7	8	460	620	3.680	4.960	1.280	Peningkatan daya tampung
8	8	450	260	3.600	2.080	-1.520	Penurunan daya tampung
9	8	390	200	3.120	1.600	-1.520	Penurunan daya tampung
10	8	650	210	5.200	1.680	-3.520	Penurunan daya tampung
11	8	570	350	4.560	2.800	-1.760	Penurunan daya tampung
12	8	50	90	400	720	320	Peningkatan daya tampung
13	8	100	370	800	2.960	2.160	Peningkatan daya tampung
14	8	-	240	-	1.920	-	-
15	8	-	200	-	1.600	-	-
16	8	-	240	-	1.920	-	-
17	8	-	200	-	1.600	-	-
18	8	-	180	-	1.440	-	-
19	8	-	170	-	1.360	-	-
20	8	-	640	-	5.120	-	-
21	8	-	980	-	7.840	-	-
RATA-RATA				5.625	3.337	-1.988	Penurunan daya tampung

Hampir di semua segmen sungai mengalami penurunan daya tampung, meskipun terdapat beberapa segmen yang mengalami peningkatan daya tampung yaitu segmen 4, 7, 12, dan 13. Penurunan daya tampung ini diakibatkan oleh banyaknya sedimen hasil letusan

Gunungapi Merapi yang tersedimentasi di lembah-lembah sungai di sepanjang Sungai Putih sehingga mengakibatkan pendangkalan sungai. Debit aman maksimum yang dapat ditampung oleh Sungai Putih dari hulu ke hilir

memiliki kecenderungan semakin kecil nilainya.

### **Perubahan profil memanjang dan melintang Sungai Putih sebelum dan sesudah erupsi Merapi tahun 2010**

Karakteristik morfologi Sungai Putih yang sangat jelas terlihat mengalami perubahan adalah perubahan luas penampang sungai, lebar lembah, dan tinggi tebing sungai. Aliran lahar yang mengalir di sepanjang Sungai Putih menggerus tebing dan menimbun dasar sungai yang menyebabkan pelebaran lembah dan pendangkalan lembah. Luas penampang melintang Sungai Putih pada seluruh titik sampel mengalami penurunan. Hal tersebut tentunya terjadi karena proses sedimentasi oleh aliran lahar yang mengalir di Sungai Putih. Luas penampang melintang Sungai Putih yang rata-rata memiliki luas 703,08 m<sup>2</sup> sekarang menjadi 417,1 m<sup>2</sup> setelah terjadinya erupsi Merapi tahun 2010.

### **Pengaruh morfologi Sungai Putih terhadap luapan lahar**

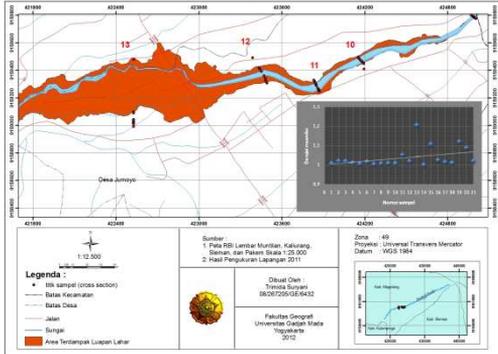
Berdasarkan Gambar 2 pada pembahasan karakteristik morfologi sungai sebelum erupsi Merapi 2010, lahar mulai meluap pada titik sampel 9 dan 10, di mana titik sampel tersebut terletak di daerah terjadinya perubahan kemiringan lereng. Kemiringan lereng pada sampel 8 berkisar antara 15-25 %, sedangkan pada titik sampel 9 terjadi perubahan menjadi 8-25%. Luapan lahar hanya terjadi pada daerah dengan

kemiringan lereng antara 8-15%, sedangkan pada kemiringan lereng 0-8% justru tidak terjadi luapan lahar, hal ini terjadi karena kondisi lembah akibat pengaruh penggunaan lahan di daerah tersebut. Daerah di sekitar terjadinya luapan lahar memang lebih padat bangunan. Daerah di sekitar titik sampel 10-13 merupakan daerah yang cukup padat oleh aktivitas manusia karena adanya jalan antar provinsi yang menghubungkan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dengan Jawa Tengah, sehingga daerah tersebut menjadi pusat kegiatan perdagangan dan aktivitas yang cukup padat. Adanya bangunan dan infrastruktur yang dibangun di daerah tersebut berpengaruh pada kondisi lembah yang sudah tidak alami lagi.

Kondisi lembah tentu merupakan faktor yang tidak dapat dihilangkan dalam analisis mengenai luapan lahar, karena kondisi lembah sungai sebagai wadah mengalirnya lahar akan menentukan kondisi luapan lahar di samping adanya beberapa faktor yang lain. Lokasi di sekitar titik sampel 10 sudah mulai terlihat landai dan banyak permukiman serta bangunan lain. Luas penampang melintang pada titik sampel 11, 12, dan 13 semakin kecil, sehingga pada segmen tersebut luapan lahar semakin melebar.

Berdasar Gambar 3, nilai derajat meander pada segmen 11 terlihat naik cukup signifikan dibandingkan dengan derajat meander pada titik segmen 10. Hal ini sesuai dengan kejadian luapan lahar di mana pada titik sampel 11,

lahar mulai meluap cukup jauh ke luar dari badan sungai.



Gambar 3. Peta luapan lahar pasca erupsi Merapi tahun 2010 di segmen 10, 11, 12, 13 Sungai Putih

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan di atas, dapat dikemukakan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Luas penampang melintang, derajat meandering, lebar lembah, tinggi tebing, dan kemiringan lereng di Sungai Putih memiliki kecenderungan dari hulu hingga ke hilir semakin kecil nilainya. Koefisien manning dan tekuk lereng akibat sabo dam memiliki nilai yang relatif sama dari hulu hingga ke hilir. Bentuk lembah sungai bervariasi menyerupai huruf U dan V. Alur sungai berpola lurus dengan sedikit meander di bagian tengah hingga hilir. Tekuk lereng terjadi di beberapa titik. Topografi sangat curam di bagian hulu hingga datar di bagian hilir sungai.
2. Debit aman maksimum yang dapat ditampung oleh Sungai

Putih sebelum erupsi Merapi tahun 2010 rata-rata sebesar 5625 m<sup>3</sup>/detik, sedangkan sesudah erupsi Merapi tahun 2010 menjadi rata-rata sebesar 3337 m<sup>3</sup>/detik.

3. Lembah Sungai Putih sebagian besar mengalami pelebaran lembah namun terjadi pendangkalan di dasar sungai pasca erupsi Merapi tahun 2010.
4. Luapan lahar di Sungai Putih mulai terjadi pada titik sampel 9 dan 10 di mana pada titik sampel tersebut terdapat tekuk lereng, kemiringan yang mulai landai yaitu sekitar 8-25%, lembah sungai yang semakin menyempit, dan derajat meander sungai yang semakin besar nilainya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Geologi. 2011. *Informasi Umum Merapi*. Diterima 8 Agustus 2011, dari <http://merapi.bgl.esdm.go.id/index.php>
- Sutikno, Santosa, L. W., Widiyanto, Kurniawan, A., Purwanto. T. H. (2007). *Kerajaan Merapi*. Yogyakarta : Badan Penerbit Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada
- Lavigne, F., J.C. Thouret, B. Voight, H. Suwa, and A. Sumaryono (2000). Lahars at Merapi volcano, Central Java: an overview. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 100, 423–456.