

# **PREDIKSI KAPASITAS TAMPUNG SEDIMEN KALI GENDOL TERHADAP MATERIAL ERUPSI GUNUNG MERAPI 2006**

**Tiny Mananoma**

tmananoma@yahoo.com

Mahasiswa S3 - Program Studi Teknik Sipil - Sekolah Pascasarjana - Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada ,Yogyakarta

**Ali Rahmat**

Mahasiswa S2 - Program Studi Magister Pengelolaan Bencana Alam - Sekolah Pascasarjana  
Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada ,Yogyakarta

**Djoko Legono**

legono@tsipil.ugm.ac.id

Profesor Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

## **ABSTRAK**

Gunung Merapi adalah gunung api teraktif di dunia dengan karakteristik yang sangat khas. Fenomena pergerakan material yang sangat besar dan cepat dari hulu kali Gendol tepatnya dari gunung Kendil ke kawasan wisata kali adem pada fase erupsi 14 Juni 2006 membuktikan bahwa mekanisme pergerakan material piroklastik dalam volume besar sangat spesifik dan potensial menimbulkan kerusakan.

Salah satu cara yang dapat dilakukan dalam pengendalian daya rusak air dalam hal ini bencana sedimen yaitu melalui prediksi kapasitas tampung sedimen di sungai. Ruang lingkup kajian ini meliputi identifikasi akumulasi material sedimen di hulu sungai sekitar puncak Merapi, analisis kapasitas tampung alur sungai dengan atau tanpa bangunan pengendali sedimen terhadap potensi volume transpor sedimen.

Hasil kajian menunjukkan bahwa mekanisme pergerakan material hasil erupsi dalam volume  $\pm 600.000 \text{ m}^3$  dengan jarak luncur  $\pm 3800 \text{ m}$  pada peristiwa erupsi Merapi Juni 2006, telah mengisi kapasitas tampung hulu alur kali Gendol sebesar 39%. Fenomena ini berlangsung tanpa harus menunggu terpenuhinya kapasitas tampung maksimum alur sungai.

Kata kunci : erupsi, sedimen, kapasitas.

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Indonesia memiliki banyak gunung berapi yang masih aktif. Gunung api ini sewaktu-waktu bisa mengalami fase erupsi sehingga menimbulkan letusan yang hebat. Material hasil erupsi dengan intensitas volume yang besar ini kemudian mengalir masuk ke sungai-sungai di wilayah gunung tersebut. Fenomena ini suatu saat dapat berubah menjadi aliran lahar yang kemudian membawa bencana di sepanjang alur sungai yang dilalui baik berupa kerugian harta benda, kerusakan sarana dan prasarana publik antara lain : transportasi, irigasi, kerusakan lahan pertanian dan perkebunan, bahkan korban jiwa. Selain kerugian di berbagai sektor, bencana yang ditimbulkan oleh aliran lahar,

sedimen atau debris ini juga memberi tambahan beban keuangan negara terutama untuk merehabilitasi serta memulihkan fungsi sarana dan prasarana publik yang rusak.

Gunung Merapi yang terletak pada koordinat  $7^{\circ}32,5'LS$  dan  $110^{\circ}26,5' BT$  secara administratif termasuk di wilayah kabupaten Sleman Propinsi DIY, kabupaten Magelang, Boyolali, Klaten, di Provinsi Jawa Tengah. Gunung dengan ketinggian 2968 meter dari permukaan air laut ini (pengukuran tahun 2001), adalah gunung api tipe strato dengan kubah lava. Merupakan gunung api teraktif di dunia dengan karakteristiknya yang sangat khas.

Secara umum fenomena erupsi yang terjadi pada tahun 2006 masih memiliki pola yang sama dengan erupsi yang terdahulu yaitu : semburan awan panas, luncuran lava pijar, serta guguran material. Namun demikian pada fase erupsi di tahun 2006 dengan periode yang relatif panjang yaitu ditandai oleh status “awas” sejak April hingga Juli 2006, terjadi beberapa fenomena spesifik yaitu terbentuknya kubah lava (*lava dome*) baru dengan perkiraan volume lebih dari 4,5 juta  $m^3$ . Demikian juga dengan runtuhnya kubah lama Geger Boyo pada fase erupsi kali ini memberikan peluang bagi timbunan kubah baru untuk meluncur turun menuju hulu kali Gendol.

Fenomena pergerakan material yang sangat besar dan cepat dari hulu kali Gendol tepatnya dari gunung Kendil ke kawasan wisata kali adem pada 14 Juni 2006 membuktikan bahwa mekanisme pergerakan material dalam volume  $\pm 600.000 m^3$  sangat spesifik dan potensial menimbulkan kerusakan



Gambar 1. Kondisi alur kali Gendol sebelum erupsi 14 Juni 2006



Gambar 2. Kondisi alur kali Gendol pasca erupsi 14 Juni 2006

Mengingat besarnya sumber sedimen yang terakumulasi di sekitar puncak Merapi, maka fenomena yang sama seperti di kali Gendol dapat saja terjadi pada sungai-sungai lain terutama di sisi selatan yaitu di kali Woro, kali Opak, kali Kuning, dan juga kali Boyong. Fenomena ini dapat terjadi sewaktu-waktu, baik dalam masa erupsi maupun pada masa pasca erupsi, pada musim kemarau, terlebih lagi di musim penghujan.

Teknik penanggulangan secara struktural yang telah diterapkan selama ini berupa sistem pengendalian sedimen melalui bangunan sabo yaitu bangunan pengendali sedimen yang dimaksudkan untuk menahan dan mengendalikan laju aliran sedimen ke arah hilir sehingga dengan demikian dapat mengurangi besarnya daya rusak yang ditimbulkan.

Keberadaan bangunan sabo atau bangunan pengendali sedimen ini begitu nyata manfaatnya dalam masa dimana suplai sedimen dari hulu relatif besar. Namun di sisi lain pada waktu suplai sedimen dari hulu semakin berkurang, maka keberadaan bangunan pengendali sedimen ini lebih sering dinilai sebagai salah satu penyebab utama terjadinya degradasi dasar sungai yang intensif di alur sebelah hilir bangunan sabo.

Berangkat dari pengalaman penanggulangan bencana sedimen yang telah dilakukan, maka permasalahan dalam manajemen atau pengelolaan bencana sedimen yang saat ini didominasi oleh isu degradasi lingkungan merupakan suatu problem yang kompleks.

Kajian "Prediksi Kapasitas Tampung sedimen kali Gendol Terhadap Material Erupsi Gunung Merapi 2006" menganalisis kondisi kapasitas tampung alur sungai baik dengan atau tanpa

bangunan Sabo. Dengan mencermati karakteristik serta kecenderungan pola transpor material piroklastik pada fenomena erupsi Juni 2006, diharapkan memperoleh gambaran yang lebih jelas menyangkut volume serta jarak luncur material di alur sungai. Informasi ini dapat digunakan sebagai salah satu langkah awal dalam upaya pengendalian daya rusak air, berupa perencanaan konsep pengelolaan dan penanggulangan bencana sedimen pada alur sungai di kawasan gunung berapi yang masih aktif.

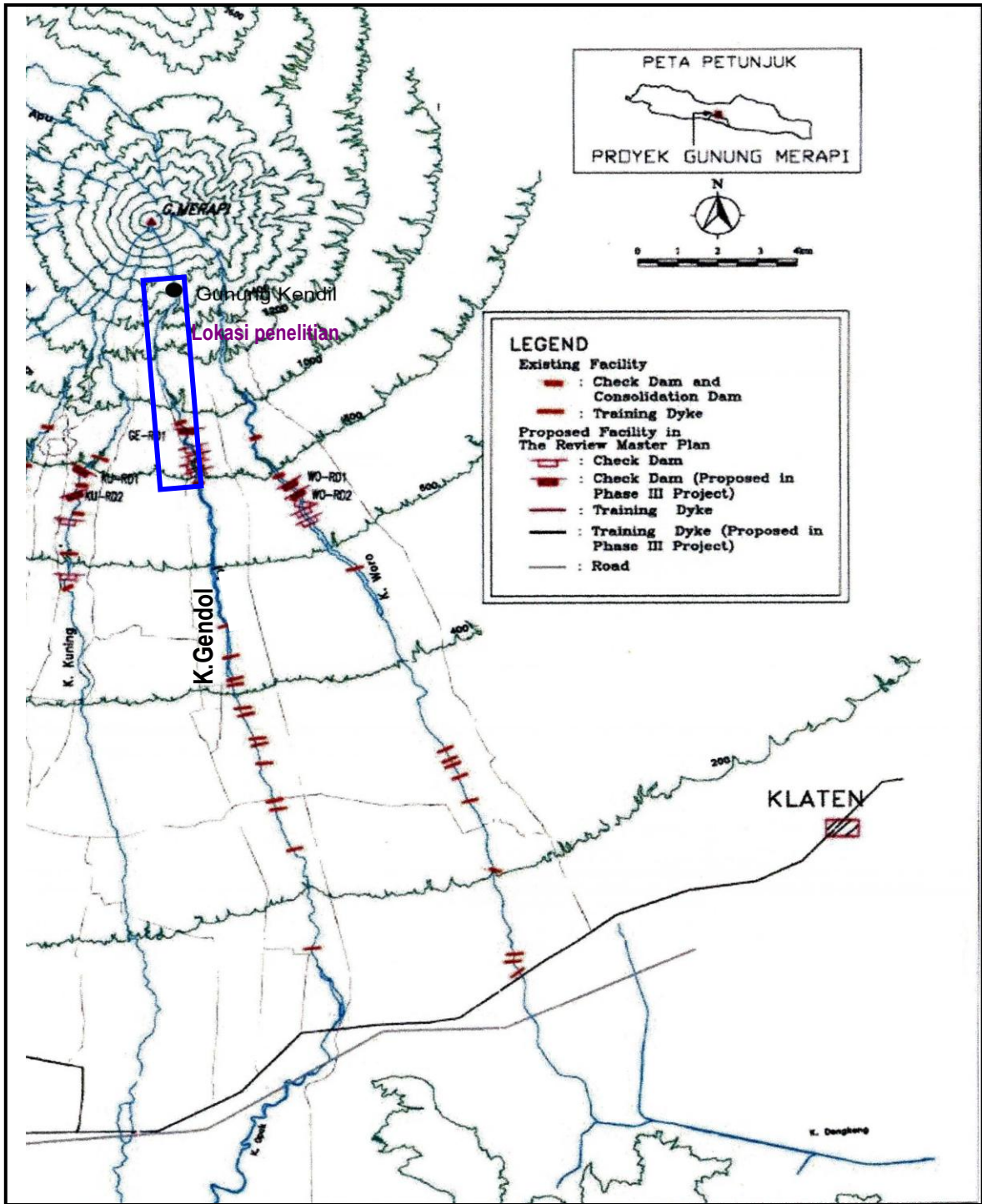
### **Ruang lingkup**

Salah satu di antara lima misi pengelolaan SDA adalah pengendalian daya rusak air, yaitu upaya untuk mencegah, menanggulangi serta memulihkan kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh daya rusak air. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan dalam upaya pengendalian daya rusak air dalam hal ini bencana sedimen, yaitu secara fisik (struktur) dan non fisik (non struktur).

Mengingat fenomena pergerakan material yang sangat besar dan cepat dari hulu kali Gendol tepatnya dari gunung Kendil pada 14 Juni 2006, yang menerjang masuk ke kawasan wisata kali adem maka pada studi ini kali Gendol ditetapkan sebagai lokasi kajian. Ruang lingkup kajian “Prediksi Kapasitas Tampung sedimen kali Gendol Terhadap Material Erupsi Gunung Merapi 2006” meliputi identifikasi akumulasi material sedimen di hulu sungai sekitar puncak Merapi, memperhitungkan potensi alami serta historis suplai material dari hulu, serta analisis kapasitas tampung alur sungai terhadap volume migrasi sedimen dengan atau tanpa bangunan pengendali sedimen.

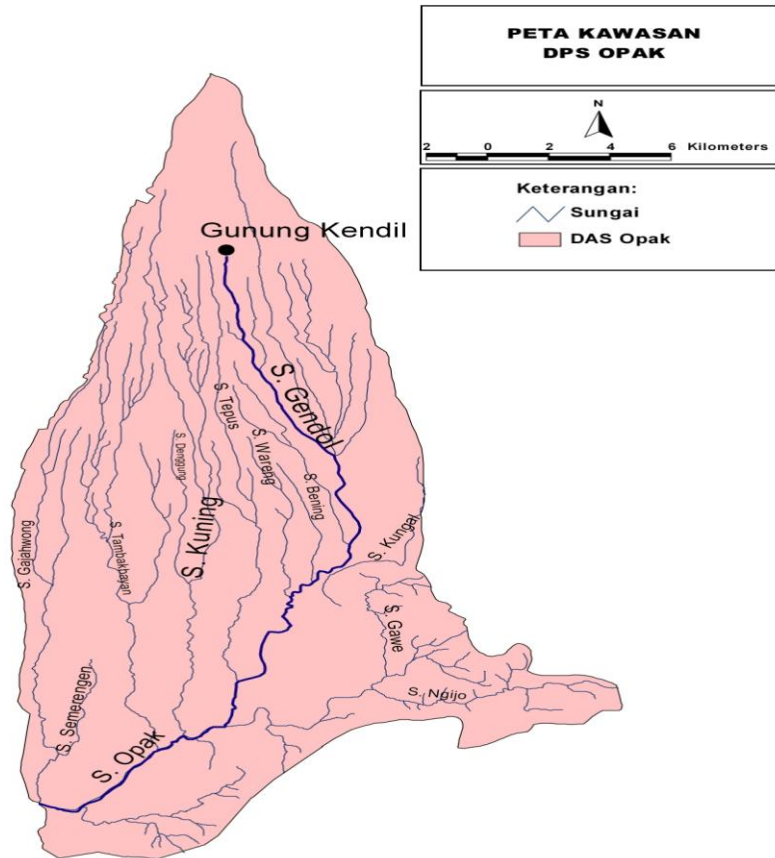
Agar supaya pembahasan dapat terfokus pada kondisi yang ada di lokasi kajian, maka untuk mencapai hasil optimal perlu ditetapkan batasan dan asumsi. Batasan dan asumsi yang dimaksud antara lain :

1. pembahasan berbasis pada data pengukuran yang ada
2. sumber sedimen yang diperhitungkan adalah material sedimen di sekitar puncak Merapi yang potensial mengalir ke hulu kali Gendol
3. terbatas pada titik / ruas terpilih, atau lokasi yang ditinjau.



Gambar 3. Peta sistem sungai dan lokasi penelitian

Sebagai salah satu sungai yang berhulu di kaki gunung Merapi, kali Gendol adalah anak sungai Kali Opak. Kali Gendol mengalir ke arah tenggara dengan panjang sungai 22 km, serta luas DAS 14,60 km<sup>2</sup>.



Gambar 4. Peta DAS kali Opak

### Maksud dan Tujuan

Maksud dari kajian ini untuk mendapatkan estimasi mendasar dan akurat terhadap kapasitas tampung sedimen di alur sungai, sehubungan dengan timbunan material piroklastik di puncak gunung Merapi yang potensial meluncur turun menjadi bencana sedimen.

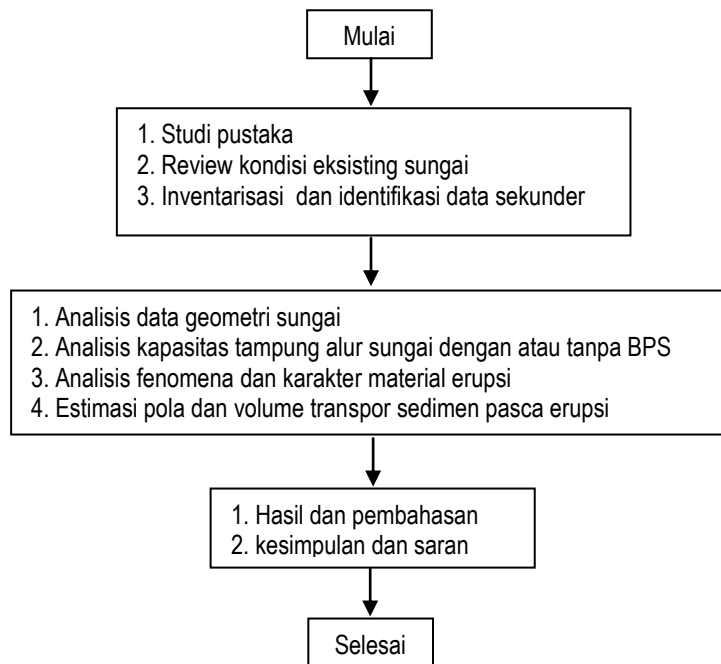
Dengan demikian diharapkan informasi yang diperoleh melalui kajian ini akan dapat bermanfaat sebagai salah satu langkah awal maupun sebagai landasan dalam upaya mengembangkan suatu sistem atau metode pengelolaan maupun pengendalian daya rusak air berupa bencana sedimen pada alur sungai di kawasan gunung berapi yang masih aktif secara komprehensif, terpadu dan berwawasan lingkungan.

## METODOLOGI

Kajian ini dimulai dengan inventarisasi data-data sekunder dari berbagai sumber di antaranya : Kantor Proyek Merapi, Kantor Satuan Kerja Non Vertikal Tertentu Penanganan Sabo serta Balai Sabo, Yogyakarta. Data-data dimaksud antara lain :

1. data existing Sabo Dam di kali Gendol
2. data geometri sungai

### Pelaksanaan Kajian



Gambar 5. Bagan alir pelaksanaan kajian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Bencana sedimen sangat potensial terjadi antara lain di daerah pegunungan, perbukitan terjal, daerah gunung api, dan daerah lain dengan kondisi geologi yang tidak menguntungkan serta rentan terhadap erosi dan longsor. Bencana sedimen yang banyak kali terjadi di Indonesia adalah erosi, sedimentasi, tanah longsor, serta banjir lahar (aliran *debris*).

Dari aspek teknik sipil aliran lahar atau yang kemudian disebut sebagai aliran *debris* ini membawa pengaruh yang signifikan terhadap perubahan morfologi sungai sehingga dengan demikian juga berpengaruh terhadap kelestarian fungsi sungai itu sendiri. Secara umum faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kejadian aliran *debris* pada wilayah gunung api adalah kemiringan

lereng, jumlah material, faktor topografi dan geologi tanah, luas daerah pengaliran sungai, serta curah hujan.

Aliran *debris* adalah suatu aliran massa berupa campuran antara air dan sedimen dengan konsentrasi yang sangat tinggi. Sekali aliran ini dimulai (karena kesetimbangan statik antara gaya geser yang ditimbulkan lebih besar dari gaya geser yang menahan), maka jumlah massa yang mengalir, ketinggian, serta kecepatannya akan selalu bertambah (mempunyai percepatan). Faktor kemiringan dasar sungai sangat mempengaruhi besarnya nilai konsentrasi.

Analisis sederhana terhadap  $\tan \theta$  yaitu nilai sudut kemiringan dasar sungai dari puncak gunung kendil hingga ke Soil cement Sabo dam, serta karakteristik butiran material berupa  $C_s$ ,  $\sigma$ , dan  $\rho$  berdasarkan data yang diperoleh memberikan informasi mengenai tipe aliran serta konsentrasi sedimen yang ada di lokasi penelitian.

Tipe aliran di kali Gendol dapat diketahui melalui perhitungan berikut ini.

$$\tan \theta_d = \frac{C_s (\sigma - \rho)}{C_s (\sigma - \rho) + \rho (1/K)} \tan \phi \quad (1)$$

$$\tan \theta_d = \frac{0,60 (0,65 - 1)}{0,60 (0,65 - 1) + 1 (1/0,85)} (0,70 = 0,22) \tan \theta = 0,17 \quad (2)$$

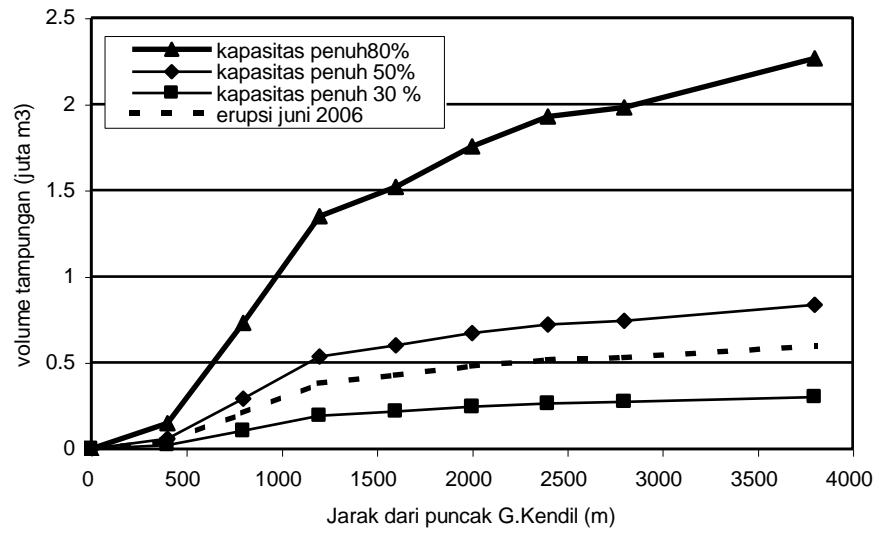
Dari hasil analisis menggunakan persamaan (2) diketahui bahwa tipe aliran yang terjadi di lokasi kajian yaitu hulu kali Gendol adalah jenis aliran hiperkonsentrasi. Konsentrasi sedimen ( $C_d$ ) dapat dihitung melalui persamaan (3). Konsentrasi sedimen ( $C_d$ ) dipengaruhi oleh kemiringan dasar sungai dan tipe aliran sedimen.

$$C_d = \frac{11,85 \tan^2 \theta}{1 + 11,85 \tan^2 \theta} \quad (3)$$

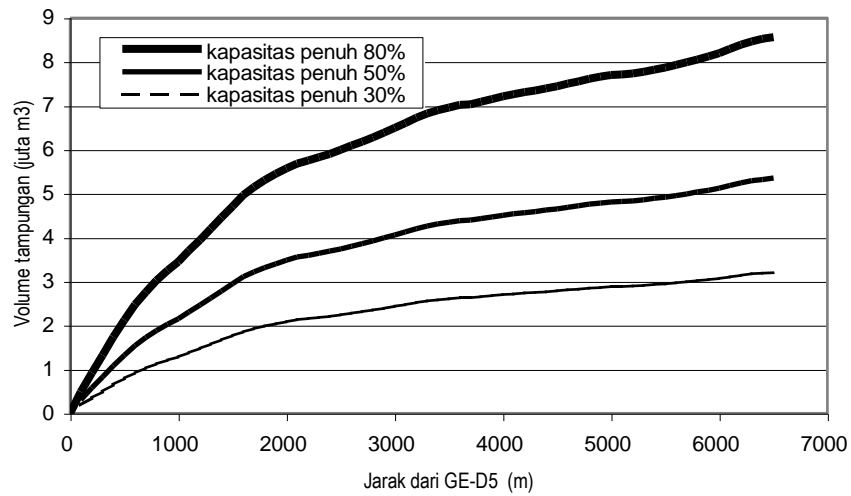
$$C_d = \frac{11,85 (0,17)^2}{1 + 11,85 (0,17)^2} = 0,26 \times 1,5 = 0,39 \quad (4)$$

Analisis kapasitas tampung sedimen pada alur sungai Gendol berdasarkan pengukuran geometri memberikan hasil seperti terlihat pada gambar berikut ini.





Gambar 6. Kapasitas alur hulu kali Gendol



Gambar 7. Kapasitas alur hilir kali Gendol

Tabel 1. Kapasitas alur K. Gendol

	Kapasitas alur (juta m3)		
	Asumsi penuh		
	30%	50%	80%
Hulu	0.3	0.84	2.27
Hilir	3.21	5.35	8.57

Informasi yang disajikan pada Tabel 1 menjelaskan mengenai hasil prediksi kapasitas tampung alur kali Gendol tanpa memperhitungkan keberadaan bangunan pengendali sedimen.

Dalam upaya pengendalian banjir lahar di kali Gendol sampai dengan tahun 2005 telah dibangun sejumlah fasilitas bangunan Sabo yang bertujuan: membuat dasar sungai lebih landai sehingga dapat mencegah erosi vertikal dasar sungai, mengatur arah aliran untuk mencegah erosi lateral dasar sungai, menstabilkan kaki bukit untuk menghindari terjadinya longsor, serta menampung dan mengendalikan sedimen yang akan mengalir ke arah hilir.

Berikut ini di sajikan informasi kondisi beberapa bangunan sabo di alur kali Gendol.

Tabel 2. Kapasitas bangunan Sabo di alur K.Gendol

Tipe	Jarak (M)	Kapasitas	Terisi (m <sup>3</sup> )	Sisa
GE-D5	6.700	253.800	6.500	247.300
GE-D	9.000	53.000	53.000	0
GE-C12	11.100	55.800	16.200	39.600
GE-C10	12.100	41.000	1.600	39.400
GE-C	12.300	22.900	22.900	0



Gambar 8. DPS K.Gendol GE-D5 (tipe tertutup)

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Hasil kajian menunjukkan bahwa dengan karakteristik spesifik dari lokasi dan butiran material piroklastik yang meluncur dari puncak gunung Kendil pada peristiwa erupsi Merapi Juni 2006, maka seperti yang disajikan dalam Gambar 6 mekanisme pergerakan material dalam

volume  $\pm 600.000 \text{ m}^3$  dengan jarak luncur  $\pm 3800 \text{ m}$  telah mengisi kapasitas tampung hulu alur kali Gendol sebesar 39%. Fenomena ini berlangsung tanpa harus menunggu terpenuhinya kapasitas tampung maksimum alur sungai.

### **Saran**

Mengingat data-data atau informasi mengenai pola migrasi serta karakter material sedimen hasil erupsi masih kurang tersedia, maka perlu dilakukan studi tersendiri untuk mendapatkan data yang handal dan sah, mencakup data terbaru untuk digunakan dalam analisis lebih lanjut.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Ali,Rahmat.,2006, **Pengelolaan Bencana Sedimen secara Terpadu Studi Kasus Kali Gendol Gunung Merapi Yogyakarta**,Usulan penelitian, Program Studi Magister Pengelolaan Bencana Alam, Sekolah Pascasarjana Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- DESDM, 2006, **Gunung Merapi Juli 2006**, materi presentasi rapat kerja, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral
- Departemen Pekerjaan Umum, 2004, **Penjelasan atas UU RI no 7 tahun 2004 tentang SDA**, [http://www.pu.go.id/sekjen/ biro %20hukum /uu/UU\\_7\\_2004\\_PJ.Pdf](http://www.pu.go.id/sekjen/ biro %20hukum /uu/UU_7_2004_PJ.Pdf),
- Departemen Pekerjaan Umum, 2004, **Rancangan Peraturan Pemerintah Tentang Sungai** <http://sda.pu.go.id/info/rpp/rppsungai-10-11-04.pdf>,
- Departemen Kimpraswil, 2003, **Data inventarisasi Kondisi Bangunan Pengendali Banjir Lahar Gunung Merapi untuk Kali Gendol**, Proyek pengendalian lahar Gunung Merapi Pulau Jawa, Bagian Proyek Pengendalian Lahar Gunung Merapi Yogyakarta
- Mananoma,Tiny., 2005, **Prediksi Transpor Sedimen di Sungai Guna Pengendalian Daya Rusak air**, Seminar, PIT XXII Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia (HATHI), Yogyakarta.
- Sri Utami Sudiarti, 2006, **Pengelolaan Sedimen Kali Boyong (Migrasi alami dan Campur Tangan Manusia)**, Tesis, Program Studi Magister Pengelolaan Bencana Alam, Sekolah Pascasarjana Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada ,Yogyakarta.
- Siswoko, 2006, **Pokok-Pokok Kebijakan Pengelolaan Sumber Daya Air yang Berdasarkan UU No.7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air**, Seminar Nasional Sinergi Pengelolaan Terpadu DAS, Universitas Atma Jaya,Yogyakarta.

**Dipresentasikan pada :**

**Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) XXIII Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia (HATHI), Manado, 10-12 Nopember 2006**

<b>Identitas Makalah</b>	<b>:</b>	<b>a. Judul Prosiding</b>	<b>:</b>	<b>Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) XXIII Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia (HATHI), Manado</b>
		<b>b. ISBN</b>	<b>:</b>	<b>ISBN 978-979-15616-4-8</b>
		<b>c. Tahun Terbit</b>	<b>:</b>	<b>2006</b>
		<b>d. Penerbit</b>	<b>:</b>	<b>HATHI Cabang Sulawesi Utara</b>
		<b>e. Jumlah halaman</b>	<b>:</b>	<b>423</b>