

# Simposium Gunung Merapi

## KAJIAN PERILAKU, DAMPAK, DAN MITIGASI BENCANA AKIBAT ERUPSI MERAPI 2010

### Editor

Djoko Legono  
Darmanto  
Joko Sujono  
Rachmad Jayadi  
Teuku Faisal Fathani

### Diselenggarakan atas kerjasama

Program Magister Pengelolaan Bencana Alam (MPBA-UGM)  
Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia (HATHI)  
Multimodal Sediment Disaster Network (MSD-Network)



MPBA - UGM



HIMPUNAN AHLI TEKNIK  
HIDRAULIK INDONESIA (HATHI)

**MSD**  
NetWork

## Prosiding Simposium Gunung Merapi

“Kajian Perilaku, Dampak dan Mitigasi Bencana Akibat Erupsi Merapi 2010”

### Editor

Djoko Legono

Darmanto

Joko Sujono

Rachmad Jayadi

Teuku Faisal Fathani

### Penerbit :



**MPBA - UGM**

Program Magister Pengelolaan Bencana Alam (MPBA-UGM)

Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan

Fakultas Teknik

Universitas Gadjah Mada

Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta 55284

Tel. (0274) 545675

### Didukung oleh :



Himpunan Ahli Teknik  
Hidraulik Indonesia



**ISBN : 97-602-98759-0-4**

Dilarang men-copy atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku Prosiding ini tanpa ijin dari penerbit.

## DAFTAR ISI

<b>Lembar Editor</b>		
<b>Kata Pengantar</b>	.....	1
1. Numerical Simulation of Possible Pyroclastic Flows Related to 2011 Eruptions of Mt. Merapi <i>K. Miyamoto, H. Matsuyoshi, S. Yamashita</i>	.....	5
2. Pemantauan dan Mitigasi Bencana Aliran Lahar Berbasis Kolaborasi Masyarakat <i>D. Legono, I.E. Prabowo, D. Karnawati, T.F. Fathani, A.P. Rahardjo</i>	.....	11
3. Rancangan Instrumen Pantau Awal Gerakan Aliran Debris di Daerah Aliran Sungai Gendol-Petit Opak Pasca Erupsi Merapi 2010 <i>W. Wardoyo, D. Legono, R. Jayadi, T. F. Fathani</i>	.....	17
4. Sistem Pengendalian Aliran Lahar Hujan G. Merapi Sebelum dan Setelah Letusan 2010 <i>Haryono Kusumosubroto</i>	.....	23
5. Rumah <i>Dome</i> sebagai Bangunan Alternatif pada Daerah Rawan Bencana Gunung Berapi <i>Satyarno</i>	.....	29
6. Revitalisasi Sistem Perkiraan Dini Banjir Lahar Pasca Erupsi Gunung Merapi 2010 <i>C. Bambang Sukatja, Arif Rahmat Mulyana, Sutikno Hardjosuwarno</i>	.....	35
7. Penilaian Cepat ( <i>Rapid Assessment</i> ) terhadap Kinerja Bangunan Pengendali Sedimen di Alur Kali Gendol Pasca Erupsi Merapi 2010 <i>Marwansyah, Fitriyadi, R. Fauzi</i>	.....	41
8. Kerusakan Jembatan Akibat Banjir Lahar Dingin Paska Letusan Gunung Merapi 2010 - Aspek Struktural <i>A. Saputra, A. Aminullah</i>	.....	47
9. Evaluasi Debit Banjir di Sungai-Sungai Daerah Gunung Merapi Pasca Letusan Tahun 2010 <i>Sutikno Hardjosuwarno, Oriza Andamari, Arif Ramat Mulyana, Indragiri K. Murti</i>	.....	53
10. Dampak Erupsi G. Merapi 2010 Terhadap Kerusakan Bendung Irigasi K. Kuning <i>Djudi, Arif Rahmat Mulyana, Banata</i>	.....	59
11. Endapan Piroklastik di Kali Gendol Pasca Letusan Gunung Merapi 2010 Sebagai Resistor Aliran Lahar <i>C. Hassan, S. S. Putra, S. Hariyadi</i>	.....	65
12. Evaluasi Kerusakan Bangunan Sabo di Kali Putih Pasca Erupsi Merapi 2010 <i>Agus Sumaryono, Untung Budi Santoso, Djudi, Dyah Ayu Puspitosari</i>	.....	71
13. Penanggulangan <i>Overtopping</i> Lahar Dingin di Jalan Nasional Yogya-Magelang di Desa Jumoyo, Kab. Magelang, Prov. Jawa Tengah <i>A. Mushthofa, F. T. Yunita, U. B. Santosa</i>	.....	79
14. <i>Check dam</i> Pengendalian Alur Akibat Erosi Gerakan Massa <i>Sadwandharu</i>	.....	85

15. Penilaian Cepat Tingkat Kerusakan dan Kerawanan Area Pemukiman Dampak Erupsi Merapi 2010 <i>Ikaputra, L.T. Adishakti, M.I.R. Winandari, R.G. Sunaryo, W. Utami</i>	89
16. Daya Dukung Lahan Kawasan Lereng Merapi Untuk Pertanian dan Peternakan Pasca Erupsi 2010 <i>S. Nuryani HU., A. Maaz, Darmanto, R. Jayadi, E. Martono, Benito HR., A. Kusumandari, Gatot M., D. Marwasta, Jamhari, D. Kastono</i>	95
17. Usulan Pola Tata Ruang Kawasan G. Merapi Pasca Erupsi 2010 <i>Eko Teguh Paripurno, Arif Riyanto Budi Nugroho</i>	101
18. Lahar Dingin Sebagai Berkah sekaligus Bencana <i>R. Triatmadja, D. Legono, Darmanto</i>	107
19. Sustaining Community Disaster Preparedness: Self-Evacuation Drill Against Volcanic Disaster <i>T.F. Fathani, D. Legono</i>	113
20. Peranan <i>Quick Assessment</i> dalam memperkirakan potensi Bencana Sedimen Pasca Erupsi Gunung Merapi 2010 <i>Haryono Utomo, A. Lesto Prabhancana Kusumo</i>	121
21. Evaluasi dan Pembelajaran Pengurangan Resiko serta Penanganan Bencana Erupsi Merapi di Kabupaten Klaten <i>A. Hendratno</i>	127
22. Peningkatan Ketahanan Terhadap Bencana dalam Pengelolaan Bencana Merapi <i>Achmad Djunaedi</i>	137
23. Dampak Kesehatan Mental dan Psikososial Bencana Erupsi Gunung Merapi 2010 <i>Rahmat Hidayat</i>	143
24. Pengelolaan Potensi dan Bahaya Sedimen Hasil Letusan 2010 <i>J. Ikhsan</i>	153
25. Dampak Aliran Lahar terhadap Fenomena Gerusan di Sekitar Bangunan Sungai di Wilayah G. Merapi <i>D. Legono, B. Wignyosukarto</i>	157
26. Perbandingan Unjuk Kerja Dam Pengendali Sedimen Tipe Terbuka dan Tertutup <i>Istiarto, Sugeng Wiratna, Subarkah</i>	161
27. Dinamika Indeks Resiko Bencana Merapi <i>Darmanto, T.F. Fathani, D. Legono, A. Sudihatmono</i>	167
28. Evaluasi Kinerja Sabo Dam Pasca Erupsi Merapi 2010 Studi Kasus Hulu Boyong (BO-D7 dan BO-D4) <i>J. Iswardoyo</i>	173
29. Tinjauan Usabilitas Kaji Cepat dengan Teknologi Fotogrametri Berbasis <i>UAV</i> dan Pemetaan Partisipatif Pasca Banjir Lahar Dingin Kali Code <i>Trias Aditya, Ruli Andaru, Catur Aries Rokhmana</i>	177

# Pengelolaan Potensi dan Bahaya Sedimen Hasil Letusan 2010

J. Ikhsan

Laboratorium Hidraulika, Jurusan Teknik Sipil, FT-UMY

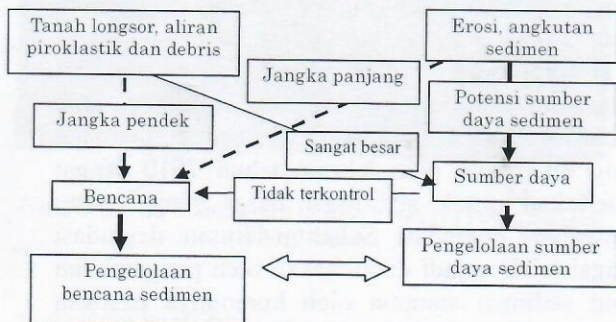
**RINGKASAN:** Sedimen mempunyai dua aspek, yaitu berpotensi menimbulkan bencana dan sebagai sumber daya. Letusan Gunung Merapi 2010 telah menghasilkan sedimen dalam jumlah yang besar. Keberadaan sedimen ini telah menimbulkan kerusakan dan korban jiwa yang diakibatkan oleh aliran piroklastik maupun aliran lahar dingin. Selain itu, keberadaan sedimen yang cukup besar ini telah menggerakkan ekonomi sebagian masyarakat. Penambangan-penambangan pasir baru telah muncul di beberapa lokasi. Oleh sebab itu diperlukan sinkronisasi dalam pemanfaatan sedimen dan mengurangi bahaya sedimen. Dalam usaha mengurangi resiko bahaya terkait sedimen perlu dilakukan usaha-usaha antara lain dengan pemanfaatan sabo dam, sistem peringatan dini dan pelarangan daerah bencana sebagai pemukiman. Pemberian peringatan dini perlu dilakukan terus menerus karena resiko bahaya sedimen masih dimungkinkan beberapa tahun ke depan pasca letusan 2010. Kegiatan pemanfaatan potensi sumber daya sedimen dapat digunakan sebagai salah satu alternatif dalam pemulihan ekonomi masyarakat dan sebagai salah satu bagian dalam mengurangi resiko bahaya sedimen. Meskipun demikian, kegiatan ini perlu dikontrol sehingga tidak menimbulkan bencana baru di kemudian hari.

## 1 PENDAHULUAN

Keberadaan sedimen di suatu daerah aliran sungai (DAS) sangat spesifik. Jika jumlah sedimen yang ada pada DAS tersebut, maka akan menimbulkan permasalahan-permasalahan yang terkait dengan degradasi dan erosi. Di sisi lain, jika jumlah sedimen yang dihasilkan sangat besar jumlahnya, kondisi ini juga menimbulkan permasalahan terkait agradasi, banjir dan kekeruhan. Selain menimbulkan permasalahan, sedimen juga merupakan sumber daya, seperti sebagai material untuk konstruksi, menyuburkan tanah dan material untuk stabilisasi garis pantai. Dalam makalah ini akan didiskusikan mengenai potensi sumber daya dan bencana dari sedimen hasil letusan Gunung Merapi tahun 2010.

## 2 POTENSI SUMBER DAYA DAN BENCANA SEDIMEN DI GUNUNG MERAPI

Di satu sisi, sedimen berpotensi sebagai sumber daya, tetapi di sisi lain sedimen mempunyai potensi sebagai bencana. Oleh sebab itu diperlukan kehati-hatian dalam pengelolaan sedimen. Gambar 1 menunjukkan diagram aspek dari sedimen.



Gambar 1. Diagram aspek sedimen

Bencana yang diakibatkan sedimen hasil letusan Merapi 2010 sangat besar. Sedimen hasil erupsi 2010 telah menimbulkan aliran piroklastik di beberapa anak sungai yang berhulu di puncak Merapi, seperti Sungai Gendol. Aliran piroklastik ini merupakan aliran dari blok lava dengan suhu yang tinggi dan di Gunung Merapi dikenal dengan sebutan “wedhus gembel”. Kecepatan aliran piroklastik bervariasi antara 10 km/jam – 300 km/jam (Kusumosubroto, 2006). Sehingga daya rusak dari aliran piroklastik sangat besar dan sangat sulit untuk menyelamatkan diri dari bahasa aliran ini. Pada letusan 2010, aliran piroklastik ini telah menimbulkan kerusakan rumah dan korban jiwa di beberapa dusun terutama di pinggir Sungai Gendol. Jumlah korban pada letusan 2010 sebagian besar disebabkan oleh aliran ini. Selain aliran piroklastik, sedimen yang mengendap pasca letusan Gunung Merapi telah menimbulkan bencana yang mengakibatkan kerugian yang besar juga. Setelah kejadian letusan, maka sedimen dalam jumlah akan diendapkan di sekitar lereng Gunung Merapi. Endapan ini berpotensi menjadi aliran lahar dingin yang mengancam infra struktur dan kelangsungan hidup manusia. Pada umumnya, aliran lahar dingin dengan frekuensi yang tinggi akan terjadi jika dipicu oleh intensitas curah hujan yang memadai. Di Gunung Merapi, potensi banjir lahar cukup besar di sebabkan oleh beberapa faktor antara lain:

a. curah hujan yang cukup tinggi

Curah hujan rerata tahunan di lereng Merapi bervariasi antara 2,600-3,000 mm (DGWR, 2001b). Lereng Merapi bagian barat mempunyai curah hujan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bagian lereng Merapi yang lain.

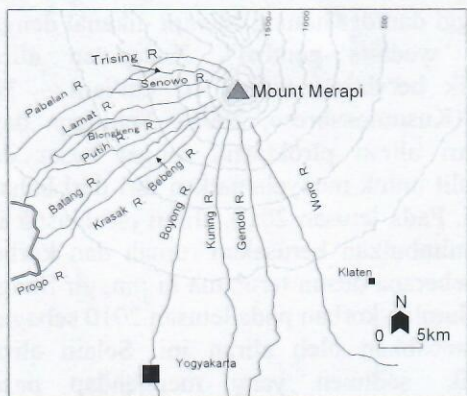
b. endapan sedimen yang besar

Material hasil letusan diendapkan dalam jumlah yang besar di sekitar Gunung Merapi. Sebagai contoh, menurut BPPTK, letusan tahun 2010 menghasilkan material tidak kurang dari 100 juta m<sup>3</sup>.

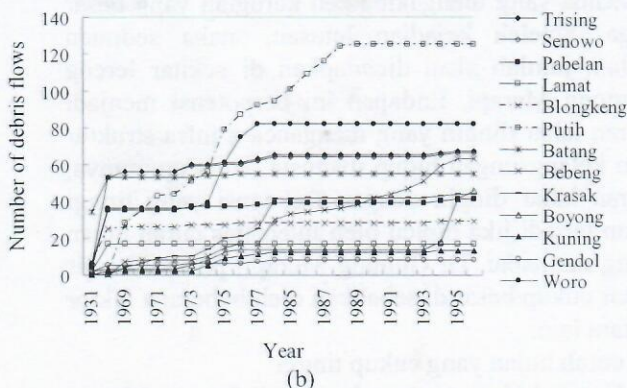
c. kemiringan sungai yang mencukupi

Kemiringan anak sungai-sungai yang berhulu di Gunung Merapi di atas elevasi 1,000 bervariasi antara 1/1-1/6. Keadaan ini mempunyai potensi terjadinya banjir lahar dingin.

Data banjir lahar dingin di beberapa sungai di Gunung Merapi ditunjukkan pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan bahwa kejadian banjir lahar paling banyak terjadi di Kali Putih. Hal ini sangat menarik, mengapa di Kali Putih sangat sering terjadi banjir lahar dingin. Setelah letusan 2010, banjir lahar di Kali Putih lebih tinggi frekuensinya dan mempunyai daya rusak yang lebih besar dibandingkan di sungai-sungai yang lain.



(a)



(b)

Gambar 2. (a) Peta kawasan Gunung Merapi, (b) Data aliran lahar dingin di sungai-sungai di Merapi (DGWR, 2001a)

Aliran sedimen, termasuk banjir lahar dingin, mempunyai ciri-ciri sebagai berikut (Haryono K, 2006):

a. terjadi banyak korban jiwa,

b. rumah dan fasilitas banyak yang rusak disebabkan oleh aliran sedimen,

c. diperlukan waktu yang lama dan dana yang cukup besar untuk merehabilitasi kerusakan yang disebabkan oleh aliran sedimen.

Pasca letusan 2010, telah terjadi banjir lahar dingin hampir di semua sungai yang berhulu di Gunung Merapi, dari Sungai Pabelan sampai Sungai Woro. Banjir lahar dingin telah menimbulkan kerusakan di pemukiman penduduk, merusak jembatan dan bangunan pengendali sedimen (sabo). Sebagai contoh, hampir semua bangunan pengendali sedimen di Sungai Putih rusak diakibatkan oleh banjir lahar dingin. Gambar 3 menunjukkan foto salah satu sabo dam yang rusak oleh banjir lahar dingin.

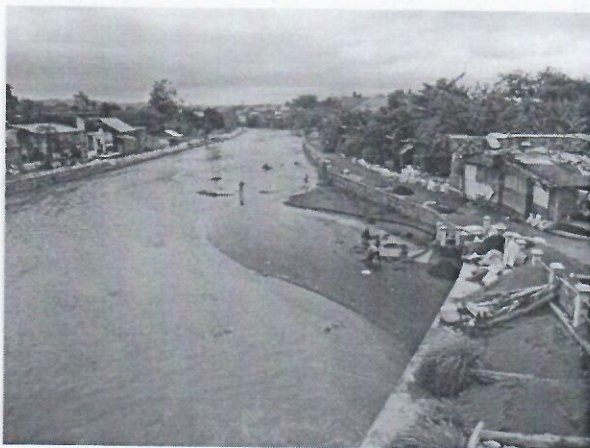


Gambar 3. Salah satu sabo dam di Kali Putih yang rusak oleh banjir lahar dingin

Berdasarkan data, banjir lahar dingin tidak hanya terjadi segera pasca letusan, tetapi bisa terjadi sampai beberapa tahun setelah letusan. Sebagai contoh, kejadian banjir lahar dingin pada tanggal 25 dan 26 November 1976 di Kali Putih. Banjir lahar ini merupakan dampak dari letusan tahun 1976 (DGWR, 2001a). Dengan demikian, potensi banjir lahar masih bisa terjadi pada tahun-tahun yang akan datang, sebagai konsekuensi dari letusan tahun 2010.

Di samping sedimen telah menimbulkan kerusakan dan kerugian, sedimen secara tidak langsung juga telah memberikan manfaat. Sedimen yang dihasilkan oleh letusan tahun 2010 sangat diperlukan untuk stabilisasi dasar sungai yang mengalami degradasi. Sebelum letusan, degradasi sungai telah terjadi dikarenakan oleh pengambilan yang sedimen ataupun oleh kurangnya pasokan sedimen dari Gunung Merapi. Sehingga kondisi ini telah menimbulkan berbagai permasalahan

terutama di daerah hilir Sungai Progo. Selain itu, sedimen hasil letusan berpotensi secara ekonomi dan bermanfaat untuk pemulihan kondisi masyarakat yang terkena dampak letusan 2010. Beberapa penambangan yang dilakukan oleh masyarakat dan perusahaan dapat dijumpai di sungai-sungai yang berhulu di Merapi. Penambangan ini telah memberikan penghasilan dan membuka lapangan pekerjaan tersendiri bagi masyarakat. Selain itu penambangan ini juga bermanfaat dalam menyediakan tampungan baru dalam usaha pengendalian sedimen. Meskipun demikian, penambangan-penambangan pasir ini perlu dikelola sehingga tidak menimbulkan dampak negatif. Gambar 4 menunjukkan penambangan yang dilakukan oleh masyarakat atau perusahaan di beberapa alur sungai.



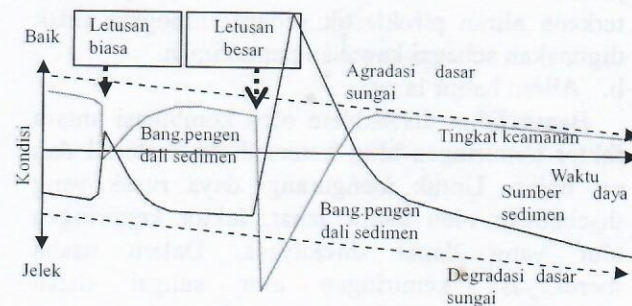
(a)



(b)

Gambar 4. (a) Penambangan di Kali Code, (b) Penambangan di Kali Gendol

berpengaruh terhadap kondisi keamanan dan sumber daya sedimen. Letusan dengan skala kecil akan mengakibatkan tingkat keamanan akan turun, atau dengan kata lain bahaya sedimen akan mengancam. Meskipun demikian, bahaya sedimen pada kondisi ini akan dengan mudah teratasi dengan bangunan pengendali sedimen, karena jumlah sedimen tidak terlalu besar. Di sisi lain, sedimen hasil letusan ini juga berpotensi sebagai sumber daya. Tetapi jika kegiatan pemanfaatan sumber daya sedimen tidak terkendali, maka degradasi sungai akan terjadi. Sehingga akan menimbulkan permasalahan baru, seperti tergerusnya bangunan-bangunan sungai, yang pada akhirnya akan menyebabkan rasa aman masyarakat akan berkurang. Jika letusan besar terjadi, maka sedimen dalam jumlah yang sangat besar akan dihasilkan. Secara potensi sumber daya, kondisi ini menguntungkan. Walaupun dalam kegiatan pemanfaatannya diperlukan kebijaksanaan. Tetapi dilihat dari ancaman yang bisa ditimbulkannya, jumlah sedimen yang cukup besar akan menimbulkan permasalahan rumit, apalagi jika kapasitas bangunan pengendali sedimen yang ada. Kondisi ini akan mengakibatkan agradasi yang serius di sungai-sungai di sekitar gunung berapi tersebut. Sehingga ancaman bahaya sedimen terjadi di daerah aliran sungai tersebut. Untuk mengantisipasi bencana tersebut diperlukan usaha-usaha seperti pengosongan bangunan pengendali sedimen atau dengan membangun bangunan pengendali sedimen yang baru dan memberikan peringatan dini kepada masyarakat di sekitar aliran sungai. Gambar 5 menunjukkan konsep rasa aman dan aspek sumber daya sedimen akibat letusan.



Gambar 5. Kondisi rasa aman dan sumber daya sedimen pada sebuah pengelolaan sedimen

### 3 PENGARUH PENGELOLAAN SEDIMEN

Letusan gunung menghasilkan sedimen yang

#### 4 PENGURANGAN RESIKO BAHAYA SEDIMEN

Dalam menghadapi bencana terkait sedimen, ada beberapa pilihan. Menurut Kelman, dkk (2008), pilihan-pilihan tersebut beserta konsekuensinya ditunjukkan pada Tabel 1, di bawah ini.

Tabel 1. Pilihan dan konsekuensi dalam menghadapi bencana sedimen

Pilihan	Konsekuensi
Tidak mengerjakan sesuatu	Bencana terjadi
Menghindari bencana	Tidak selalu cocok dan menimbulkan permasalahan sosial baru
Melindungi masyarakat dari bencana	Sering menimbulkan permasalahan lingkungan
Hidup berdampingan dengan bencana	Pola hidup didasarkan ancaman dan peluang dari bencana

Dalam usaha mengurangi resiko bencana terkait sedimen, beberapa usaha yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

##### a. Aliran piroklastik

Untuk mengurangi kerusakan dan jatuhnya korban jiwa yang disebabkan aliran piroklastik adalah dengan menghindari bencana pada saat kejadian. Hal ini disebabkan belum ada konstruksi yang dengan baik dapat melindungi manusia dari bahaya aliran piroklastik. Dalam hal ini, peralatan yang digunakan untuk memantau kejadian aliran piroklastik perlu mendapatkan prioritas. Sehingga jika terjadi aliran piroklastik, dapat segera diinformasikan ke masyarakat untuk mengurangi jatuh korban. Selain itu, kawasan yang sering terkena aliran piroklastik sedapat mungkin tidak digunakan sebagai kawasan pemukiman.

##### b. Aliran banjir lahar

Banjir lahar disebabkan oleh kombinasi antara faktor kemiringan alur, ketersediaan material dan air hujan. Untuk mengurangi daya rusak yang disebabkan oleh banjir lahar, faktor kemiringan alur yang dapat direkayasa. Dalam usaha merekayasa kemiringan alur sungai dapat digunakan dengan bangunan sabo seperti yang telah dilakukan selama ini. Namun demikian, penggunaan sabo ini tentunya perlu dilakukan evaluasi terutama dari sisi lingkungan. Selain itu, kegiatan pengurangan material bisa dilakukan dengan penambangan yang terkendali. Penambangan ini di satu sisi akan memberikan dampak secara ekonomi dan bisa dijadikan cara

dalam memberikan kapasitas tampungan saluran untuk material hasil banjir lahar berikutnya. Kegiatan penambangan ini bisa dijadikan sebagai salah satu alternatif pemulihan ekonomi masyarakat. Di samping itu, sistem peringatan dini juga masih sangat relevan untuk diaplikasikan dalam mengurangi daya rusak banjir lahar dingin. Beberapa peneliti telah mencoba memberikan perkiraan intensitas hujan yang menimbulkan banjir lahar dingin. Menurut Lavigne (2002), intensitas hujan sebesar 40 mm dalam 2 jam dapat menimbulkan banjir lahar dingin di puncak Merapi. Hasil ini diperoleh dari penelitian di Kali Boyong dengan data Desember 1994 sampai dengan Mei 1996. Prediksi seberapa curah hujan yang dapat menimbulkan banjir lahar di puncak Merapi masih sangat relevan untuk didiskusikan pasca letusan 2010.

#### 5 KESIMPULAN

Keberadaan sedimen hasil letusan 2010 telah menimbulkan kerusakan dan korban jiwa yang besar pada satu sisi. Tetapi di sisi lain, sedimen hasil letusan 2010 mempunyai potensi sebagai sumber daya yang bisa dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif dalam pemulihan ekonomi masyarakat. Dalam usaha mengurangi resiko bencana sedimen, usaha secara struktur dan non struktur perlu dilakukan.

#### Pustaka

- Directorate General of Water Resources (DGWR), Ministry of Settlement and Regional Infrastructure, Republic of Indonesia ,(2001a), Review master plan study on Mt Merapi, supporting report [B] volcanic disaster
- Directorate General of Water Resources (DGWR), Republic of Indonesia ,(2001d), Review master plan study on Mt Merapi. supporting report [D] hydrology
- F. Lavigne, J.C. Thouret, 2002, Sediment transportation and deposition by rain triggered lahars at Merapi Vol. at Central Java, Indonesia, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 49, pp. 45-69
- H. Kusumosubroto, 2006, Phenomena Aliran Debris dan Faktor Pembentuknya, Seminar Diseminasi Teknologi Sabo di Semarang, 31 Mei 2006, <http://merapi.combine.or.id/baca/127/phenomena-aliran-debris-dan-faktor-pembentuknya.html>-diakses tanggal 18 Januari 2011
- I. Kelman, T.A. Mather, 2008, Living with volcanoes: the sustainable livelihoods approach for volcano-related opportunities, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Vol. 172, pp.189-198