

# **PENILAIAN TINGKAT BAHAYA LAHAR HUJAN DI SUNGAI CODE**

Annastassia Florencia Sagita  
ice\_na2s@yahoo.co.id

Widiyanto  
widiyanto@ugm.ac.id

## **Abstract**

*Code River is one of the affected rivers of lahar after Merapi Eruption on 2010 that flowed through Yogyakarta City. That is supported by the total volume of pyroclastic more than 100 million m<sup>3</sup> and occurs during the rainy season. The aim of this study is to assess lahar hazard level and mapping in the Code River after Merapi Eruption on 2010. This study used secondary data processing with field observations. It using the scoring with classification parameter. It used landuse, population density, elevation and distant from river. GIS software is used to analyze the results with overlay parameter used. Based on the result of this study conclude that 46% of the study area has a high hazard level, 28% moderate and 24% is very high, mostly located to the west of the river. Distribution of lahar hazard rate has followed of the river channel with gradation pattern.*

*Keywords: lahar, hazard level, Code River*

## **Abstrak**

*Sungai Code adalah sungai yang melewati Kota Yogyakarta yang terkena dampak aliran lahar setelah Erupsi Merapi 2010. Hal ini dikarenakan volume total material piroklastik yang dikeluarkan ketika Erupsi Merapi mencapai lebih dari 100 juta m<sup>3</sup> dan terjadi ketika musim hujan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui tingkat bahaya lahar di Sungai Code dan melakukan pemetaan setelah Erupsi Gunung Merapi tahun 2010. Metode yang digunakan adalah pengolahan data sekunder dan observasi lapangan Teknik pengolahan data menggunakan skoring dengan klasifikasi parameter besarnya bahaya lahar. Parameter yang digunakan adalah kepadatan penduduk, penggunaan lahan, ketinggian tebing dan jarak dari sungai. Software GIS digunakan untuk analisis hasil dengan cara mengovealay parameter yang digunakan. Dari hasil kajian dapat disimpulkan bahwa 46% daerah penelitian mempunyai tingkat bahaya tinggi, 28 % sedang dan 24% sangat tinggi yang sebagian besar terletak disebelah barat sungai. Persebaran tingkat bahaya lahar mempunyai pola gadasi mengikuti ketinggian tebing dan jarak dari sungai.*

*Kata kunci: lahar, tingkat bahaya lahar, Sungai Code*

## PENDAHULUAN

Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu Lempeng Benua Eurasia, dan Lempeng Samudra Hindia. Pergerakan lempeng mempengaruhi aktivitas dan persebaran gunungapi di Indonesia salah satunya adalah Gunungapi Merapi. Gunungapi Merapi merupakan Gunungapi teraktif di dunia (Lavigne, 1999) terletak di zona subduksi (*subduction zone*) antar Lempeng Benua Eurasia dan Lempeng Samudera Hindia, dimana salah satu lempeng dengan berat jenisnya lebih besar menunjam ke lempeng yang lain (Smith, 1996). Hal tersebut mengakibatkan Gunungapi Merapi berbentuk *stratovolcano*. Gunungapi Merapi terletak di Kabupaten Sleman, Magelang, Boyolali, dan Klaten. Gunungapi Merapi tercatat pernah mengalami erupsi sebanyak 61 sejak pertengahan 1500 (Lavigne et al., 2000) dengan masa istirahat terpanjang selama 71 tahun.

Tipe erupsi Gunungapi Merapi biasanya efusif berupa lelehan lava yang bersifat encer, akan tetapi pada 26 Oktober hingga 22 November 2010 terjadi perubahan tipe menjadi eksplosif berupa ledakan. Tipe erupsi ini mirip dengan erupsi yang terjadi pada 1872 dengan indeks erupsi (VEI)= 4 (Newhall et al., 2000). VEI (*Volcanic Eruption Index*) adalah skala bahaya erupsi gunungapi yang dihitung berdasarkan total volume yang dikeluarkan, ketinggian kolom awan setelah erupsi dan lamanya erupsi (Smith, 1996). Berdasarkan klasifikasi, erupsi pada tahun 2010

dengan VEI=4 dikategorikan sebagai erupsi kataklismik. Erupsi kataklismik merupakan ciri khas Gunungapi dengan masa istirahat panjang serta mengakibatkan perubahan besar di daerah sekitarnya (Putrohari, 2012). Perubahan besar dialami oleh Sungai Gendol, materi piroklastik mengisi badan sungai sepanjang 15 km. Erupsi beruntun tanggal 3 November hingga 5 November 2010 menghancurkan kubah lava dan menghasilkan ketinggian kolom debu vertikal hingga 10 km merupakan ciri khas tipe erupsi *vulcanian* dan *sub-plinian* yang merusak.

Erupsi Gunungapi Merapi menyebabkan bahaya primer dan sekunder (Gambar 1). Bahaya primer disebabkan oleh luncuran material piroklastik, hujan abu, aliran lava, dan gas beracun yang biasa terjadi ketika erupsi berlangsung (Smith, 1996). Bahaya sekunder berdampak dalam kurun waktu yang lebih lama, umumnya setelah erupsi terjadi. Bahaya sekunder berupa longoran material, perubahan bentuk lereng, morfologi kubah dan aliran lahar. Dampak

Lahar adalah istilah dalam Bahasa Jawa untuk menyatakan aliran lumpur vulkanik (*vulcanic mudflow*) khususnya terjadi di wilayah beriklim tropis basah (Smith, 1996). Aliran material vulkanik tersebut mengalir di sungai terdiri atas campuran air, pasir, kerikil dan batu (Doyle et al., 2010) yang terjadi akibat perpaduan proses aktivitas vulkanik dan iklim, perpaduan antara material hasil erupsi Gunungapi dan curah hujan (Lavigne, 1999). Kecepatan aliran lahar relatif sangat cepat (Lavigne dan Thouret,

2002) yaitu lebih dari 22m/detik dan fragmen batuan yang terbawa bersifat merusak (Smith, 1996). Zona pengendapan material yang terbawa oleh lahar umumnya jauh dari sumber (Vallance, 2000). Perpaduan antara material padat dan cair menghasilkan karakteristik khas yang membedakan lahar dengan aktivitas vulkanik yang lain seperti longsoran material piroklastik dan banjir.

Kejadian lahar hujan setelah erupsi Gunungapi Merapi di dukung oleh lima faktor pendukung (Lavigne et al., 2010) yaitu: Total material piroklastik yang dikeluarkan ketika erupsi Merapi 2010 mencapai lebih dari 100 juta m<sup>3</sup>. Cek DAM dan SABO dipenuhi oleh endapan material piroklastik. Erupsi Gunungapi Merapi terjadi ketika musim hujan dan adanya *La Nina*. Persepsi masyarakat terkait dengan kejadian lahar mengingat lebih dari 50 tahun Sungai Kuning dan Woro tidak terjadi aliran lahar dan terdapat ribuan penambang pasir yang menambang pasir di sungai-sungai yang rawan terjadinya lahar.

Setidaknya sejak pertengahan abad 1500 terjadi 23 kali dari 61 erupsi Gunungapi merapi yang menghasilkan material yang mengakibatkan terjadinya lahar (Lavigne et al., 2000) baik berupa *syn-eruptive* maupun *post eruptive*. Kejadian lahar berkaitan dengan curah hujan (Gambar 1.4). Lahar mempunyai karakteristik yang kompleks terdiri atas *debris flow* dan *hyperconcentrated flow* (Smith dan Lowe, 1991; Coussot dan Meunier,1996; Lavigne dan Thouret,2002). *Debris flow* (aliran material runtunan/ campuran)

merupakan campuran material sedimen padatan lebih dari 60 % dari total *volume*, sedangkan *hyperconcentrated-steamflow* mempunyai kandungan material sedimen antara 20% - 60% dari total *volume* (Baverage and Culbertson, 1964; Lavigne, 2000). Konsentrasi sedimen dalam *debris flow* tidak ditentukan dengan pasti, tergantung ukuran sedimen dan besarnya aliran (Vallance,2000). Lahar akan diendapkan ketika kecepatan aliran melemah. Ketebalan endapan bervariasi mulai dari 1 cm hingga lebih dari 2 meter.

Lahar menyebabkan sedikitnya 10% dari jumlah kematian setelah terjadinya erupsi (Smith,1996). Kejadian lahar yang paling merusak dan mematikan terjadi di Columbia ketika erupsi Gunungapi Nevada del Ruiz pada tahun 1985. Lahar yang terjadi merupakan lahar *syn-eruptive* campuran antara aliran piroklastik dengan luncuran aliran salju. Aliran lahar mencapai jarak 100 km, mengakibatkan 5000 rumah hancur dan 23.000 orang meninggal (Vallance, 2000). Selain itu aliran lahar yang terjadi ketika Erupsi Gunungapi Kelud tahun 1919 menyebabkan lebih dari 5500 orang meninggal (Smith, 1996). Lahar menjadi salah satu ancaman pasca erupsi Merapi mengingat besarnya total material yang dikeluarkan mencapai lebih dari 100 juta m<sup>3</sup> (Lavigne et al., 2010) dan curah hujan tahunan lebih dari 2000 mm (Lavigne, 2000). Lahar hujan diperkirakan akan berdampak sedikitnya selama empat kali musim hujan. Setidaknya terdapat 13 sungai yang berhulu di Gunungapi

Merapi yang terancam oleh aliran lahar hujan. Salah satu sungai yang terjadi aliran lahar hujan adalah Sungai Code.

Bahaya (*hazard*) adalah sesuatu yang tidak dapat dihindari dalam kehidupan yang berpotensi menyebabkan kerugian (Smith, 1996). Setiap hari ada peluang ancaman bahaya seperti: kecelakaan, kebisingan, polusi dan kejadian-kejadian alam yang mengancam. Bahaya merupakan suatu kondisi yang mengancam keberlangsungan hidup manusia, kehilangan harta benda, dan kerusakan lingkungan. Bahaya didefinisikan sebagai kemungkinan kejadian yang mengancam suatu tempat dalam kurun waktu tertentu (WMO, 1999). Bahaya merupakan formulasi dari:

$$\text{Hazard} = \text{extension} \times \text{frequency} \times \text{magnitude of the events}$$

Sungai Code tidak pernah mengalami kejadian lahar hujan dengan intensitas yang besar. Hal tersebut menyebabkan minimnya antisipasi masyarakat terkait dengan kemungkinan kejadian lahar. Kejadian lahar pada 4 Desember 2010 tidak diprediksi sebelumnya karena kejadian lahar hujan terjadi ketika cuaca di sekitar Kota Yogyakarta cerah. Lahar hujan yang mengalir di Sungai Code menyebabkan lima jembatan putus, beberapa rumah hanyut dan sebagian rumah di sekitar Sungai Code terendam material lahar. Hal tersebut mengakibatkan kerugian fisik maupun ekonomi bagi warga yang tinggal di sekitar Sungai Code.

Penilaian terkait dengan tingkat bahaya lahar hujan merupakan salah satu cara untuk mengetahui seberapa besar tingkat bahaya dan pola persebaran bahaya lahar hujan di sekitar Sungai Code. Hal tersebut ditujukan untuk mengetahui seberapa besar kemungkinan bahaya yang terjadi ketika terjadi aliran lahar sehingga daerah tersebut dapat dipetakan. Hal tersebut mengingat daerah di sekitar Sungai Code mempunyai kepadatan penduduk yang relatif tinggi dan kemungkinan kerugian fisik yang besar.

## METODE PENELITIAN

Kerangka penelitian terkait dengan penilaian tingkat bahaya lahar hujan terlihat pada Gambar 1. Penelitian tersebut menggunakan data sekunder yang didukung oleh observasi lapangan. Setiap parameter yang digunakan diklasifikasikan dalam skor nilai yang nantinya skor tersebut ditotal dan diklasifikasikan ke dalam tingkat bahaya lahar hujan. Parameter yang digunakan adalah penggunaan lahan, ketinggian tebing, jarak dari sungai, dan kepadatan penduduk dengan batasan luasan area

Data yang diperlukan dalam penelitian berupa sekunder. Data sekunder yang digunakan adalah penggunaan lahan, administrasi, titik ketinggian daerah di sekitar Sungai Code, Citra *Quickbird* digunakan untuk interpretasi pola alur dan jarak dari sungai, Peta, dan data statistik. Data statistik berupa kecamatan dalam angka di Kota Yogyakarta. Data kecamatan dalam angka meliputi kepadatan penduduk, jumlah penduduk dan luas wilayah.

dan diklasifikasikan ke dalam tingkat bahaya

Tabel 1. Kombinasi Klasifikasi Tingkat Bahaya

Skor Nilai	Penggunaan Lahan	Kepadatan Penduduk	Jarak Sungai (m)	Ketinggian Tebing (m)
1	Lahan kosong, Rumput	<1800	<20	<2
2	Hutan, Semak belukar		20-40	2-4
3	Tegalan, Kebun	1800-18000	40-60	4-6
4	Sawah irigasi		60-80	6-8
5	Pemukiman	18000-24000	80-100	8-10

Ket: Skor nilai menunjukkan tingkatan dalam klasifikasi, 1 = Sangat rendah, 2 = Rendah, 3 = Sedang, 4 = Tinggi, dan 5 = Sangat Tinggi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat bahaya lahar hujan di Sungai Code dibedakan menjadi primer dan sekunder. Tingkat bahaya primer diperoleh dari hasil penjumlahan total skor dari setiap parameter yang digunakan sedangkan tingkat bahaya sekunder diperoleh dari kerja lapangan terkait dengan potensi longsor di beberapa alur sungai. Tingkat bahaya primer mempunyai kecenderungan pola gradasi dengan tingkat bahaya tinggi cenderung berada di dekat sungai. Hal tersebut tampak pada peta dan daerah di sebelah barat sungai. Daerah di sebelah barat Sungai Code mempunyai tingkat bahaya sangat tinggi hingga sedang dengan luasan area yang berbeda.

Pola persebaran lahar hujan di Sungai Code cenderung mengikuti pola ketinggian tebing dan jarak dari sungai. Daerah dengan tingkat bahaya yang tinggi secara umum terletak di wilayah penelitian di bagian selatan.

### Gambar 1. Kerangka Penelitian

Analisis data yang digunakan dengan menggunakan analisa pola keruangan. Analisis pola keruangan memperhatikan kekhasan suatu persebaran. Objek yang dikaji adalah tingkat bahaya lahar hujan dengan menggunakan beberapa parameter yang dianggap berpengaruh. Parameter yang diklasifikasikan kemudian ditotal skornya (Tabel 1)

Hal tersebut di dukung oleh beberapa faktor pendukung seperti lokasi di bagian utara mempunyai elevasi yang lebih tinggi di dibandingkan dengan wilayah daerah di selatan, perubahan kemiringan dasar sungai, keberadaan cekungan dan keberadaan tanggul permanen dengan ketinggian tiga hingga lima meter (Hadmoko et. al.) yang sebagian besar terletak sebelum Jembatan Gondolayu.

Terdapat perbedaan hasil terhadap penelitian yang pernah dilakukan oleh Hadmoko, 2011 dengan pemodelan *hydraulical* banjir. perbedaan kemungkinan luasan area sangat kontral berada di daerah sebelah utara Jembatan Gondolayu. Hal tersebut dipengaruhi oleh kemampuan kapasitas sungai yang tidak mampu menahan debit lebih dari 200 m3. Parameter kapasitas sungai tidak digunakan dalam penelitian ini karena perbedaan batasan. Kapasitas sungai menggunakan batasan volume sedangkan parameter lain yang digunakan menggunakan batasan luasan area.

Parameter penentu tingkat bahaya mempunyai pengaruh yang sama karena tidak menggunakan pembobotan. Kepadatan penduduk dan penggunaan lahan keduanya berpengaruh besar karena terkait dengan keberadaan manusia. Penggunaan lahan secara tidak langsung akan berasosiasi dengan kepadatan penduduk, hal ini dikaitkan dengan keberadaan pemukiman. Parameter penggunaan lahan mempunyai skor yang tinggi dalam keseluruhan daerah penelitian karena lebih dari 90% berupa permukiman penduduk. Keberadaan permukiman

akan berpengaruh terhadap peningkatan kepadatan penduduk. Kebutuhan penduduk akan keberadaan tempat tinggal dengan harga lahan yang murah dan daerah yang memiliki profil yang landai turut serata mendukung berkembangnya permukiman padat tanpa penataan ruang di sekitar sungai. Kepa

Daerah yang dekat sungai dengan tebing yang curam (Gambar 2) akan mempunyai tingkat bahaya lebih rendah dibandingkan dengan daerah yang jauh dengan ketinggian tebing yang rendah. Hal tersebut terlihat jelas terutama di daerah sebelah barat dan timur sungai setelah jembatan Gondolayu. Sebagian besar daerah dengan tebing rendah berada di sebelah barat sungai.



Gambar 2. Perbedaan ketinggian tebing di Sungai Code.

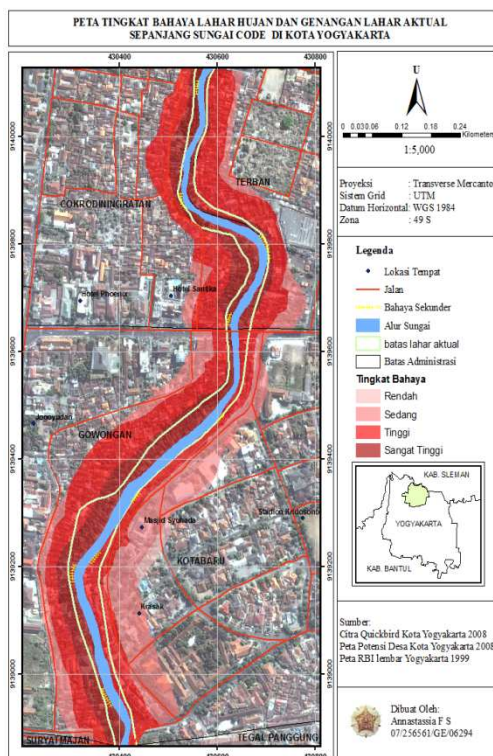
Jarak dari sungai berpengaruh besar ketika sejalan dengan ketinggian tebing. Ketinggian tebing berkaitan langsung dengan kapasitas muatan sungai dan kemungkinan luapan yang akan terjadi. Ketika sungai sudah tidak mampu lagi menampung aliran dengan debit tertentu maka luapan aliran akan terjadi di daerah sekitar

dekat sungai dengan ketinggian tebing yang rendah, sehingga kemungkinan kerusakan yang diakibatkan akan menjadi besar.

Alur sungai digunakan untuk menilai kemungkinan tempat terjadinya luapan lahar. Hal tersebut tampak pada kejadian lahar aktual. Luapan aliran lahar terjadi di alur sungai yang membelok tajam tampak di daerah sebelah utara jembatan Gondolayu terutama di Desa Cokrodingratan, luapan lahar terjadi di daerah dengan tebing yang landai. Luapan lahar yang terjadi di Desa Gowongan didukung oleh faktor perubahan dasar sungai yang tiba-tiba dangkal dan perubahan lereng. Hal ini dikarenakan ketika dasar sungai menjadi dangkal, debit aliran meningkat maka luapan maka alira akan naik meluap di sekitar sungai.

Tingkat bahaya lahar hujan (Gambar 3) di Sungai Code sekitar 24 % memiliki tingkat bahaya sangat tinggi, 46% tinggi dan 28% sedang dari keseruhan daerah penelitian. Tingkat bahaya sangat tinggi sebagian besar terletak di Desa Gowongan, Terban dan Cokrodingratan. Mayoritas daerah penelitian mempunyai tingkat bahaya tinggi. Tingkat bahaya lahar hujan mempunyai pola gradasi yang menunjukkan tingkatan mengikuti pola alur sungai. Perbandingan persebaran tingkat bahaya lahar hujan secara aktual dan hasil perhitungan mempunyai perbedaan batas luapan lahar. Area yang tergenang luapan lahar pada tahun 2010-2011 mempunyai cakupan area yang lebih sempit dibandingkan dengan penilaian dengan skoring.

Sebagian area yang tergenang area lahar aktual tergolong dalam tingkat bahaya sangat tinggi dan tinggi. Daerah dengan tingkat bahaya tinggi berada di Desa Cokrodingratan, Terban dan Gowongan sedangkan Desa Kotabaru mempunyai tingkat bahaya yang tinggi.



Gambar 3. Peta tingkat bahaya lahar hujan dan kejadian lahar aktual.

Bahaya sekunder adalah bahaya yang tidak langsung terjadi ketika aliran lahar terjadi. Bahaya ini terjadi dalam kurun waktu yang lebih lama seperti dengan kemungkinan terjadinya longsor tebing (Gambar 4) akibat erosi di dasar sungai akibat aliran lahar hujan. Longsor yang terjadi akan membahayakan keberadaan permukiman yang ada di atas tebing sehingga diperlukan

penanganan khusus seperti perbaikan tanggul.



Gambar 4.12. Longsor akibat erosi yang disebabkan oleh aliran air

Kelemahan penilaian tingkat bahaya dengan skoring tanpa pembobotan adalah dasar klasifikasi parameter yang digunakan resiko yang menghasilkan hasil kurang rasional dibandingkan dengan kenampakan yang ada di lapangan. Hal tersebut tampak dari perbandingan hasil penelitian dengan genangan lahar aktual yang pernah terjadi kejadian Klasifikasi parameter penentu yang belum tersedia menjadi evaluasi besar dan memerlukan perbaikan yang lebih. lahar. Penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan skoring berbobot pada setiap parameter yang digunakan untuk menghasilkan hasil yang lebih rasional. Hal tersebut mengingat setiap parameter yang di gunakan mempunyai pengaruh yang berbeda-beda dalam penilaian tingkat bahaya lahar..

## KESIMPULAN

Kesimpulan adalah interpretasi terhadap hasil penelitian yang diperoleh:

1. Sekitar 46 % daerah disekitar Sungai Code mempunyai tingkat bahaya lahar tinggi, 28 % sedang dan 24% sangat tinggi. Daerah yang mempunyai tingkat bahaya tinggi sebagian besar berada di sebelah barat sungai terutama setelah Jembatan Gondolayu. Hal tersebut dikarenakan daerah di selatan Jembatan Gondolayu mempunyai elevasi yang relatif lebih rendah dengan ketinggian tebing yang lebih datar dengan kepadatan penduduk yang sangat tinggi.
2. Persebaran tingkat bahaya lahar hujan mempunyai pola gradasi yang mengikuti pola alur sungai. Daerah dekat dengan sungai dengan tebing yang curam akan mempunyai tingkat bahaya yang lebih rendah dibandingkan dengan daerah yang jauh dari sungai dengan ketinggian tebing yang rendah. Hal tersebut tampak di Sungai Code sebelah barat dan timur setelah Jembatan Gondolayu. Keberadaan sungai turut mempengaruhi persebaran perkembangan permukiman yang memusat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Doyle, E.E., Cronin, S.J., Cole, S.E., Thouret, J.C., (2010). The Coalescence and Organization of Lahars at Semeru Volcano, Indonesia. *Bull Volcano* 72, 961-970.



- Hadmoko, D.S., Marfai, M.A., Widiyanto., Permatasari A.L., Wacano Dhandhun. (2011). *Pemodelan Mikrozonasi Resiko Bahaya Lahar Akibat Erupsi Merapi 2010 di Wilayah Perkotaan: Kasus Aliran Sungai Code*. Yogyakarta: Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada.
- Lavigne, Franck. (1999). Lahar Hazard Micro-zonation and Risk Assessment in Yogyakarta City, Indonesia. *GeoJournal* 49, 173-183
- Lavigne, Franck., Thoret, J.-C., Voight, B., Suwa, H., Sumaryono, A. (2000). Lahars at Merapi volcano, Central Java: an overview. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 100, 423-456
- Lavigne, Franck., Thoret, Jean Claude. (2002). Sediment Transportation and Deposition by Rain Triggered Lahar at Merapi Volcano, Central Java, Indonesia. *Geomorphology* 49, 45-69
- Newhall, C.G., Bronto, S., Alloway, B., Banks, N.G., Bahar, I., del Marmol, M.A., Hadisantono, R.D., Holcomb, R.T., McGeehin, J., Miksic, J.N., Rubin, M., Sayudi, S.D., Sukhyar, R., Andreastuti, S., Tilling, R.I., Torley, R., Trimble, D., Wirakusumah, A.D. (2000). 10,000 Years of explosive eruptions of Merapi Volcano, Central Java: archeological and modern implications. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 100, 9-50
- Smith, Keith. (1996). *Environmental hazard, Assessing Risk and Reducing Disaster, Second Edition*. New York: Routledge
- Thoret, J.-C., Lavigne, Frank., Kelfoun, K., Bronto, S. (2000). Toward a Revised Hazard Assessment at Merapi Volcano Central Java. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 100, 479-502.
- Vallance, James.W. Part 1: Explosive Vulcanism, Lahar. In, *Encyclopedia of Volcanoes* (pp. 601-615). New York: Academic Press
- WMO. 1999. *Comprehensive Risk Assessment for Natural Hazards*.