

ANALISIS KARAKTERISTIK ENDAPAN BERDASARKAN LITOFASIES DAN PROSES GEOMORFIK PADA ALUR SUNGAI GENDOL PASCA ERUPSI MERAPI TAHUN 2010

Oleh:

Dhandun Wacano¹ dan Reineta Puspitasari²

¹Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia

² Departemen Geografi Lingkungan Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada
dhandhunwacano@uii.ac.id

Abstrak

Merapi adalah gunungapi paling aktif yang ada di Indonesia. Merapi meletus dahsyat dengan skala 4 VEI pada tahun 2010 yang lalu. Letusan tersebut mengeluarkan lava dan material piroklastik dengan total kurang lebih 140 juta meter kubik. Material endapan tersebut tersebar pada seluruh wilayah disekitar gunungapi. Endapan hasil letusan Merapi memiliki karakteristik masing-masing sesuai dengan lokasi pengendapan. Informasi karakteristik setiap endapan sangat penting untuk berbagai aplikasi terkait pengelolaan dan pemanfaatan endapan hasil letusan. Lokasi penelitian berada pada Alur Sungai Gendol. Alur Sungai ini menjadi salah satu jalur aliran lava dan material piroklastik terbanyak dan terjauh. Material hasil letusan Merapi akan mengalami proses pengendapan menjadi lapisan batuan vulkaniklastik dengan ciri dan karakteristik yang berbeda-beda. Perbedaan karakteristik endapan tersebut di sebabkan faktor proses geomorfik-dinamik yang ada di alur sungai. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk (a) mengidentifikasi litofasies dan proses geomorfik pada Alur Sungai Gendol dan (b) menganalisis karakteristik endapan hasil letusan Merapi tahun 2010 pada Alur Sungai Gendol. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei lapangan dan analisis laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Alur Sungai Gendol terbagi dalam 3 fasies, yaitu fasies sentral-proksimal dengan karakteristik endapan berupa piroklastik luncuran dan piroklastik surge, fasies medial dengan dominasi endapan lahar, fasies, dan fasies distal awal dengan dominasi endapan aliran berkonsentrasi tinggi.

Kata kunci: Karakteristik endapan, litofasies, proses geomorfik, alur Sungai Gendol

Abstract

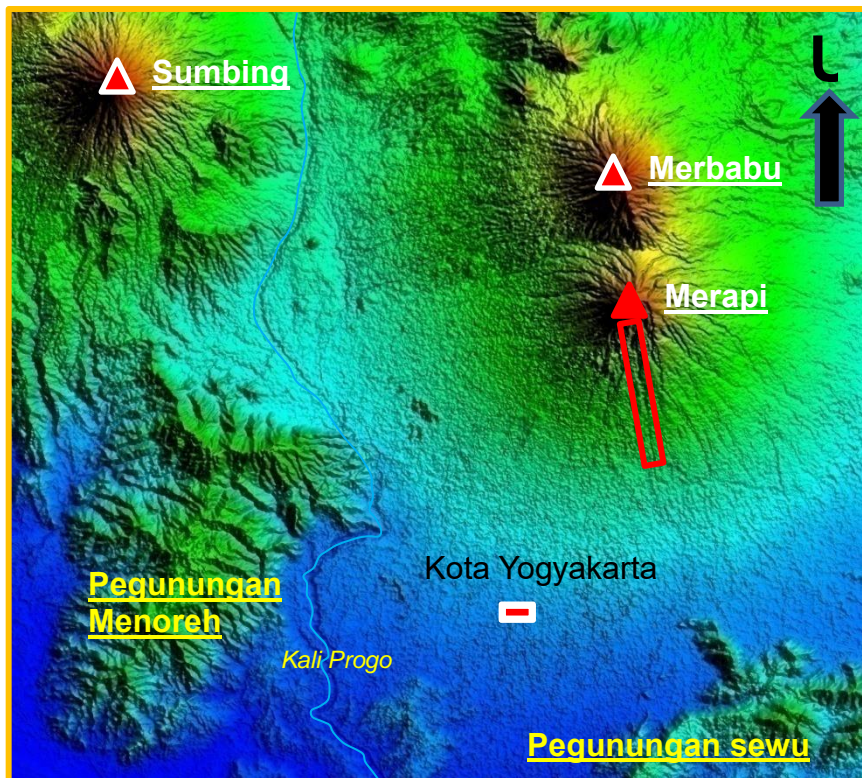
Merapi is the most active volcano in Indonesia. Merapi erupted explosively reaching 4 VEI scale in 2010. The eruptions spilled lava and pyroclastic materials with a total of approximately 140 million cubic meters. The materials were spread on the whole area around the volcano. Merapi eruption materials were deposited in the process of becoming volcaniclastic sediment rock. The eruption sediment material of Merapi has different characteristics based on the location of deposition. Information about sediment characteristics is very important for management and utilization of sediment problems. The study takes place in Gendol River (*Sungai Gendol*)-one of the areas that becomes the main path of lava and pyroclastic flows. The difference of sediment characteristics is caused by dynamic-geomorphic processes in the river channel. This research aims at (a) identifying litofacies and geomorphic processes working on the Gendol River, and (b) analyzing sediment characteristics of 2010 Merapi Eruption in Gendol River. This research used a field survey method including laboratory analysis and a field survey. The results show that the

Gendol River Channel has three facies i.e. central-proximal facies with pyroclastic flow and pyroclastic surge sediment, medial facies with volcanic debris flow sediment, and pre-distal facies that consist of hyperconcentrated flow sediment.

Key words: Sediment characteristics, lithofacies, geomorphic process, Gendol River Channel

PENDAHULUAN

Merapi adalah gunungapi paling aktif di Indonesia (Sutikno *et al.*, 2007). Merapi meletus terakhir kali tahun 2010 dengan tipe letusan explosive dan bersifat merusak. Letusan Merapi tahun 2010 mengeluarkan material letusan dalam jumlah yang sangat besar. Hasil perhitungan menunjukkan volume letusan mencapai tigapuluh kali lipat lebih besar dari letusan Merapi tahun 2006. Material letusan tersebut tersebar mengisi lembah-lembah bagian hulu dari sungai-sungai di lereng selatan Merapi (Hadmoko *et al.*, 2011). Alur Sungai Gendol merupakan salah satu lembah yang terisi oleh material letusan Merapi tahun 2010 (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi penelitian Alur Sungai Gendol: kotak merah (Sumber Aster DEM Jawa Tengah S08E110 dan *Google Earth*)

Material piroklastik Alur Sungai Gendol berasal dari rangkaian letusan dengan puncak letusannya terjadi pada tanggal 4 November 2010 pukul 17:05 WIB (Surono *et al.*, 2012). Puncak letusan Merapi menyebabkan runtuhnya kubah lava di bagian kawah sehingga terjadi luncuran awan panas (*pyroclastic blast*) yang meluncur menuruni lembah Sungai Gendol. Material letusan juga menjadi sumber terjadinya fenomena lain yang

dikenal dengan istilah banjir lahar. Bronto et al. (2011) menyebutkan sekitar 34 juta m³ material letusan Alur Sungai Gendol berpotensi menjadi lahar.

Endapan letusan Merapi secara alami akan mengalami proses pengendapan menjadi batuan vulkaniklastik. Lapisan endapan tersebut memiliki banyak manfaat, salah satunya sebagai komponen pembentuk lapisan akuifer airtanah pada daerah tangkapan air hujan. Selain itu material letusan di sekitar Merapi juga sering dimanfaatkan sebagai bahan tambang galian golongan C yang di jual bahkan hingga keluar Yogyakarta. Namun demikian, material endapan letusan Merapi memiliki ciri dan karakteristik yang berbeda-beda terkait lokasi pengendapan dan proses geomorfik yang bekerja. Terlebih lagi proses dinamika yang terjadi dalam alur sungai sangat besar pengaruhnya terhadap sifat endapan yang terbentuk. Sehingga informasi mengenai karakteristik endapan Merapi terutama yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan tambang sangat penting untuk diketahui sebagai landasan dasar dalam perencanaan dan pengelolaan masalah sedimen di dalam alur sungai.

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi karakteristik endapan hasil letusan Gunung Merapi Tahun 2010 berdasarkan pada kondisi litofasies dan proses geomorfik pada Alur Sungai Gendol. Secara lebih terperinci, tujuan penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

- a. mengidentifikasi litofasies dan proses geomorfik pada Alur Sungai Gendol
- b. menganalisis karakteristik endapan hasil letusan Merapi tahun 2010 pada Alur Sungai Gendol

METODE

Metode dalam penelitian ini adalah metode survei lapangan dan analisis laboratorium. Pelaksanaan penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu tahap persiapan alat dan bahan, tahap survei dan pengukuran di lapangan, tahap pengambilan sampel, tahap pengujian sampel di laboratorium, dan tahap analisis hasil survei dan hasil uji laboratorium. Pengamatan lapangan dilakukan dengan membagi jarak per 500 m sepanjang alur sungai. Identifikasi fasies endapan dan proses geomorfik lokasi penelitian dilakukan dengan interpretasi citra satelit dan survei lapangan. Citra satelit yang digunakan untuk interpretasi proses geomorfik adalah citra *Geo-Eye* tahun perekaman 2011. Citra *Geo-Eye* merupakan citra satelit yang memiliki resolusi spasial tinggi. Citra satelit ini mempermudah kita untuk mengenali objek dengan jelas, sehingga kenampakan proses geomorfik secara detil dapat terlihat dengan baik.

Identifikasi fasies endapan dan proses geomorfik juga dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan. Pada survei lapangan, kegiatan yang dilakukan antara lain pengamatan, pengukuran, dan pengambilan sampel material. Terkait dengan interpretasi proses geomorfologi menggunakan citra satelit, kegiatan survei lapangan berfungsi sebagai bahan validasi hasil interpretasi yang sifat subjektifitasnya masih tinggi.

Sampel endapan yang diambil digunakan untuk uji laboratorium terkait dengan karakteristik endapan pada setiap lokasi pengamatan. Hasil uji sampel endapan ini kemudian digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik gradasi masing-masing endapan. Hasil kegiatan interpretasi, survei lapangan, dan uji laboratorium berhasil mengidentifikasi proses-proses geomorfologi yang terjadi pada lokasi penelitian. Mengingat dinamika Alur Sungai Gendol yang sangat tinggi, maka sangat dimungkinkan beberapa lokasi telah mengalami perubahan dari kondisi awal penelitian ini dilakukan pada Januari 2013 samapi dengan Februari tahun 2014.

HASIL DAN PEMBAHASAN

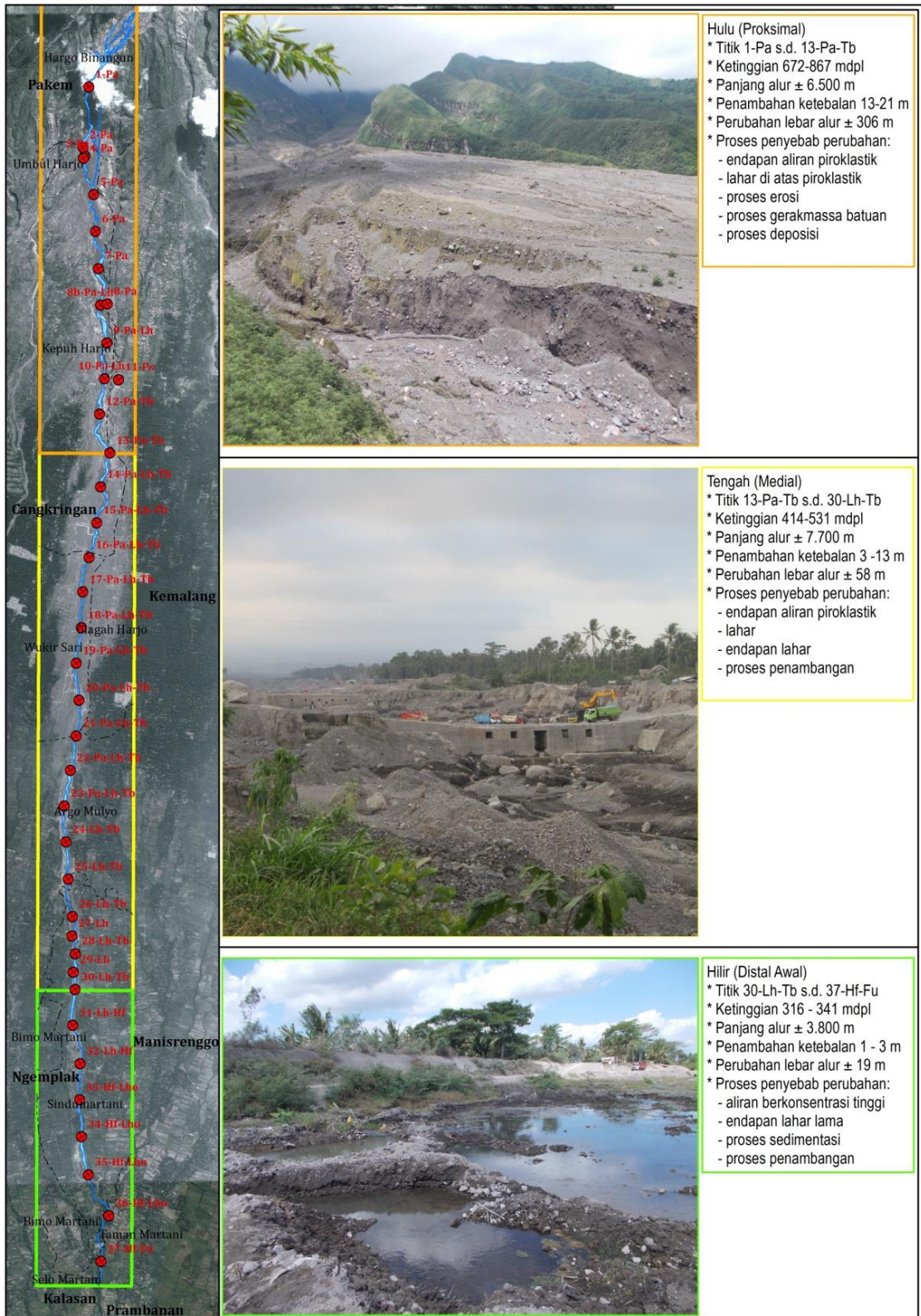
Survei lapangan merupakan sebuah metode yang banyak memakan biaya, waktu, dan tenaga, namun survei lapangan juga memiliki banyak keuntungan, salah satunya adalah pemahaman langsung tentang proses alam yang terjadi secara faktual. Kemajuan teknologi seperti saat ini memungkinkan kita untuk melakukan inovasi dengan teknik survei cepat terintegrasi terhadap fenomena alam seperti proses geomorfologi berupa gerak massa batuan (Wacano et al, 2013a). Hasil dari kegiatan survei lapangan akan menjadi lebih meyakinkan jika dikombinasikan dengan uji laboratorium, sehingga hasil dari kegiatan survei dan uji laboratorium terhadap endapan letusan Merapi 2010 di alur Sungai Gendol dapat menunjukkan bahwa di Alur Sungai Gendol terdapat 3 fasies utama dengan karakteristik masing-masing lokasi pengamatan (Gambar 2).

Identifikasi litofasies dan proses geomorfik lokasi penelitian

Litofasies pada lokasi penelitian dapat diklasifikasikan menjadi fasies sentral-proksimal, fasies medial, dan fasies distal awal. Fasies sentral-proksimal lokasi penelitian berada pada bagian kawah dan kepundan. Fasies proksimal berada pada lereng atas hingga lereng tengah gunungapi. Fasies proksimal memiliki ciri material penyusun berupa perselingan aliran lava dan breksi piroklastik. Fasies sentral dan proksimal juga memiliki ciri khas berupa proses aliran kering (*dry flow*) material endapan yang banyak di kontrol oleh faktor gravitasi dan kondisi kelerengan. Salah satu contoh proses geomorfologi yang dijumpai pada fasies sentral dan proksimal adalah erosi dan longsoran tebing (Wacano et al, 2013b).

Fasies medial menempati bagian lereng bawah hingga lereng kaki gunungapi. Fasies medial tersusun atas litofasies berupa breksi piroklastika, breksi lahar, dan konglomerat. Fasies medial memiliki penciri khusus berupa aliran basah (*wet flow*). Aliran basah (*wet flow*) dikontrol oleh faktor utama berupa gaya gravitasi dan faktor pemicu berupa air hujan. Air hujan berakumulasi dengan endapan letusan membentuk banjir lahar. Pasca letusan Gunungapi Merapi 2010 lokasi fasies medial merupakan area endapan piroklastik luncuran, namun pada proses selanjutnya endapan piroklastik mengalami perubahan menjadi lahar.

Fasies distal merupakan zona pengendapan sedimen (*sedimentation zone*) terlarut oleh proses aliran biasa (*stream flow*). Fasies distal memiliki penciri litofasies berupa endapan epiklastika dan endapan material halus berukuran pasir dan lempung. Fasies distal pada awalnya didefinisikan sebagai zona sedimentasi partikel-partikel halus yang terlarut dalam aliran air. Partikel halus akan mengendap membentuk gradasi butir yang baik dan membentuk perlapisan (*bedding*) seperti endapan fluvial. Identifikasi dan pengamatan lapangan pada lokasi yang diindikasikan sebagai fasies distal ternyata tidak menemukan



Gambar 2. Lokasi pengamatan dan titik sampel di sepanjang lokasi penelitian Alur Sungai Gendol

perlapisan endapan dengan struktur yang baik. Hasil survei dan pengamatan menunjukkan bahwa material endapan fasies distal lokasi penelitian terdiri dari endapan lahar lama dan endapan *hyperconcentrated flow*. Sehingga hasil identifikasi kondisi endapan pada zona ini menjadi dasar lokasi ini sebagai zona transisi fasies medial ke fasies distal, yang kemudian dalam penelitian ini disebut dengan fasies distal awal.

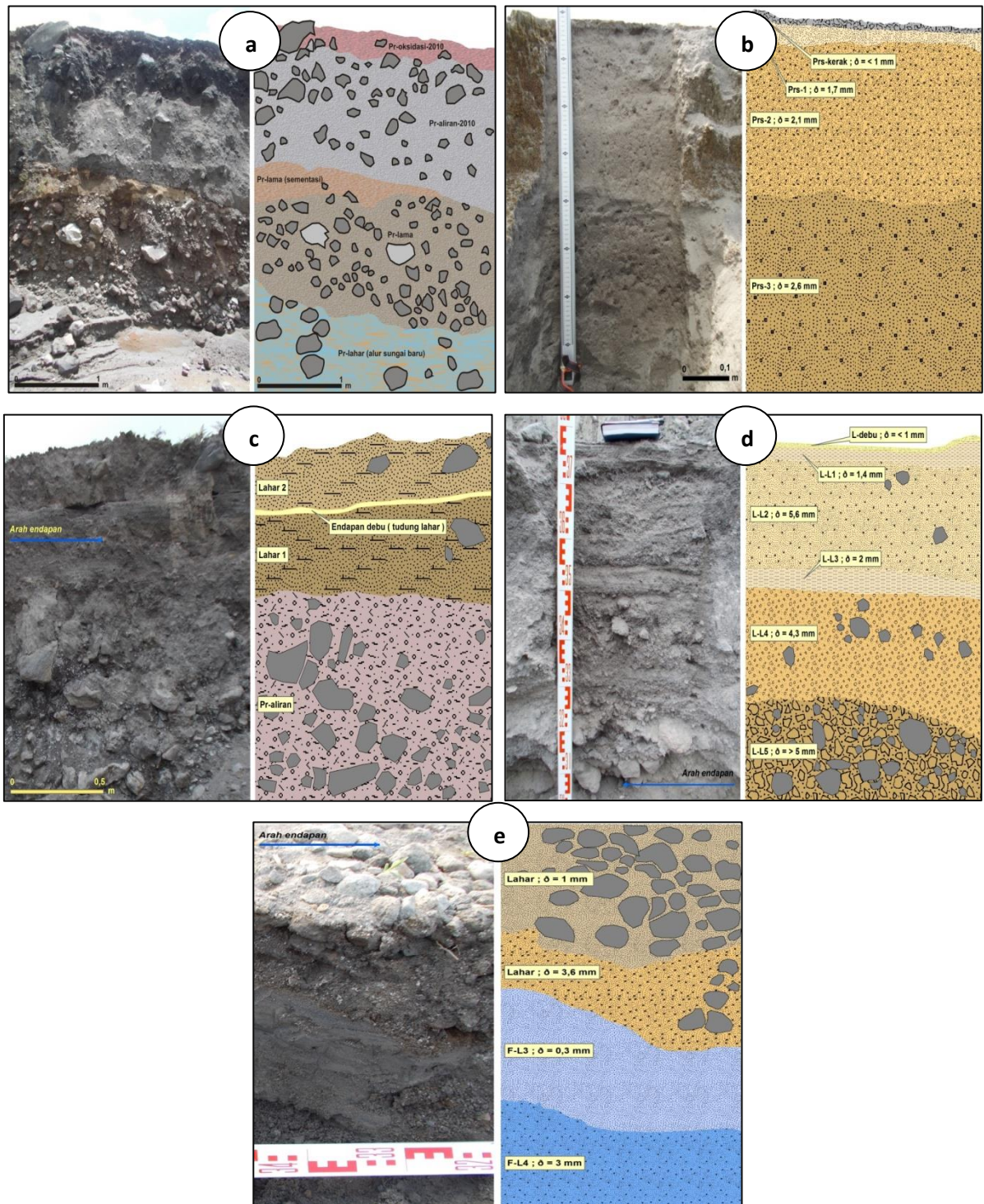
Karakteristik endapan pada setiap fasies

Berdasarkan hasil identifikasi fasies dan proses-proses geomorfologi lokasi penelitian, maka dapat kita analisis penciri khusus setiap endapan hasil letusan Gunung Merapi tahun 2010. Letusan tahun 2010 menutupi endapan material penyusun fasies letusan lama sehingga membentuk susunan endapan baru. Hasil pengamatan dan pengukuran lapangan diperoleh beberapa klasifikasi endapan, yaitu endapan material piroklastik luncuran (*pyroclastic flow*), endapan piroklastik jatuhan (*pyroclastic fall*), endapan piroklastik gelombang (*pyroclastic surge*), endapan lahar, endapan aliran berkonsentrasi tinggi (*hyperconcentrated flow*), endapan fluvial dan kombinasi beberapa endapan yang terjadi pada satu lokasi segmen pengamatan.

Endapan pada fasies sentral-proksimal berupa endapan piroklastik luncuran dan piroklastik surge (Gambar 3a-b). Aliran piroklastik (*pyroclastic flow*) adalah gerak massa fragmen-fragmen batuan serta gas vulkanik yang bergerak sangat cepat karena pengaruh gaya gravitasi meluncur dari kawah gunungapi melalui lembah-lembah vulkan (Andreastuti et al., 2000; Thouret, et al., 2000; Voight, et al., 2000 dan DGWR, 2001). Pada lokasi penelitian endapan piroklastik luncuran memiliki ciri fragmen endapan tersusun acak dengan sortasi endapan buruk. Memiliki fragmen endapan yang menyudut tajam dan termasuk juvenile piroklas dan cognate piroklas. Komposisi gradasi butirnya termasuk gradasi pasir-batu dengan sebaran bervariasi. Ukuran debu-pasir halus ada pada semua sampel dengan persentase butir semakin kecil dari debu-kerakal. Endapan piroklastik luncuran juga memiliki komposisi sebaran butir yang tergolong baik.

Endapan piroklastik surge berasosiasi dengan piroklastik jatuhan. Endapan ini memiliki ciri fragmen struktur perlapisan endapan bertingkat dengan permukaan diselubungi oleh kerak debu vulkanik. Endapan ini juga memiliki sortasi gradasi butir yang termasuk baik. Komposisi gradasi butir Lapisan Prs-kerak didominasi debu (< 0,1 mm) sedangkan lapisan Ps-L1 s.d. Ps-L3 merupakan pasir halus hingga pasir sedang.

Fasies Medial didominasi oleh endapan lahar (Gambar 3c-d). Endapan lahar merupakan hasil dari aliran *volcanic debris flow*. Endapan lahar memiliki ciri kesan perlapisan endapan tegas dan terdapat pemisah berupa lapisan debu vulkanik. Sortasi gradasi butir masih termasuk buruk dengan lapisan bagian atas dan tengah memiliki ukuran besar butir pasir sedang-halus sedangkan lapisan paling bawah memiliki ukuran butir kasar berupa kerikil dan kerakal dengan persentase mencapai 37 %.



Gambar 3. Karakteristik litofasies endapan: (a) piroklastik luncuran, (b) piroklastik surge, (c) lahar di atas piroklastik luncuran, (d) lahar, (e) *hyperconcentrated flow*

Endapan pada fasies distal awal berupa endapan *hyperconcentrated flow* (Gambar 3e). Ciri endapan ini memiliki struktur perlapisan jelas dan baik dengan komposisi butir berukuran debu dan pasir halus. Sortasi butirnya masih acak dan terdapat fragmen batuan berukuran kerakal di permukaannya. Komposisi gradasi butir termasuk dalam komposisi gradasi butir pasir-batu. Dicirikan dengan lapisan lahar F-L1 dan F-L2 terdiri dari ukuran butir kasar sedangkan lapisan F-L3 dan F-L4 terdiri dari besar butir pasir halus hingga debu akumulasi debu. Persentase debu pada setiap lapisan sangat tinggi mencapai 65 %.

SIMPULAN

Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Alur Sungai Gendol terbagi dalam 3 fasies, yaitu fasies sentral-proksimal dengan proses geomorfik berupa aliran kering yang dipengaruhi gravitasi dan kelerentan (*dry flow*), fasies medial yang di cirikan dengan proses geomorfik aliran basah (*wet flow*), dan fasies distal awal yang dicirikan dengan proses geomorfik berupa transisi aliran sedimen berkonsentrasi tinggi dengan aliran fluviatil (*stream flow*)
2. Karakteristik endapan hasil letusan Merapi tahun 2010 di Alur Sungai gendol dapat dibedakan menjadi endapan tipe piroklastik luncuran, endapan piroklastik surge, endapan lahar, dan endapan aliran berkonsentrasi tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam kegiatan penelitian ini. Diantaranya tim peneliti dari Universite Blaise Pascal, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, dan Pusat Studi Bencana UGM. Serta tidak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada para guru kami di Program Studi MPPDAS Fakultas Geografi UGM.

DAFTAR PUSTAKA

- Andreastuti, S.D., Alloway, B.V., Smith, I.E.M. 2000. A detailed tephrostratigraphic framework at Merapi Volcano Central Java Indonesia: implications for eruption predictions and hazard assessment. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Vol. 100: 51–67.
- Bronto, S., Sayudi, D. S., Muzani, M., Putra, R. 2011. Potential Hazard of Merapi in The Near Future. *International Workshop Lesson Learned from the 2010 Merapi Eruption*, November 01-02 2011. Yogyakarta.
- Directorate General of Water Resources (DGWR). 2001. Review Master Plan Study on Mt Merapi. *Supporting Report [B] Volcanic Disaster Mitigation Plan*. Ministry of Settlement and Regional Infrastructure, Republik Indonesia.
- Hadmoko, D.S., Marfai, M.A., Widiyanto, Permatasari, A.L., Wacano, D. 2011. Pemodelan Mikrozonasi Risiko Bahaya Lahar Akibat Erupsi Merapi 2010 di Wilayah Perkotaan: Kasus Aliran Sungai Code. *Laporan Penelitian*. Pascasarjana Universitas Gadjah Mada.

- Surono, Jousset, P., Pallister, J., Boichu, M., Buongiorno, M.F., Budisantoso, A., Costa, F., Andrestuti, S., Prata, F., Schneider, D., Clarisse, L., Humaida, H., Sumarti, S., Bignami, C., Griswold, J., Carn, S., Oppenheimer, C., Lavigne, F. 2012. The 2010 explosive eruption of Java's Merapi volcano—A '100-year' event. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* Vol. 241–242: 121–135.
- Sutikno, Santoso, W.L., Widiyanto, Kurniawan, A., Purwanto, T.H. 2007. Kerajaan Merapi Merapi Kingdom. Badan Penerbit Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Thouret, J.C, Lavigne, F., Kelfoun, K., and Bronto, S. 2000. Toward a revised hazard assessment at Merapi volcano, Central Java. *Journal Volcanology. Geotherm. Res.*, Vol. 100: 479-502.
- Voight, B., Constantine, E.K., Siswamidjyo, S., and Torley, R. 2000. Historical eruptions of Merapi Volcano Central Java Indonesia 1768-1998. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, Vol.100: 69-138
- Wacano, D., Hadmoko, D.S., Susmayadi, I.M., Nurohman, S., Mujianto, B.A., Nugroho, A.S. 2013a. Identifikasi Tipologi Longsor Untuk Analisis Mitigasi Bencana Studi Kasus: Dusun Sidorejo, Desa Tieng, Kejajar Wonosobo. *Seri Bunga Rampai "Zamrud Khatulistiwa"*. ISBN: 978-602-7797-25-3. Kanisius, Yogyakarta-Indonesia
- Wacano, D., dan Ayuningtyas E.A., 2013b. Identifikasi Proses-Proses Geomorfologi yang Berpengaruh Terhadap Litifikasi Endapan Piroklastik Pada Bagian Hulu Sungai Gendol Pasca Erupsi Merapi Tahun 2010. *Jurnal Sains Geografi*. Jurusan Pendidikan Geografi UNY