

MODEL GRANULOMETRI ENDAPAN AWAN PANAS MERAPI TAHUN 2010 DI KECAMATAN CANGKRINGAN, KABUPATEN SLEMAN

Hita Pandita^{1,a} dan Setyo Pambudi^{2,b}

^{1,2}Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta, Indonesia

^ahita@indo.net.id

^bpambudisetyo@yahoo.com

Abstrak

Analisis granulometri pada proses sedimentasi dapat memberikan gambaran tentang mekanisme sedimentasi tersebut. Luncuran awan panas Merapi tahun 2010 telah mengejutkan sejumlah pakar kebencanaan. Hal ini dikarenakan jangkauannya luncuran yang mampu mencapai 13 km dari puncak Merapi. Karena itu luncuran tersebut menarik untuk dikaji sebagai model bagi pemahaman sejarah luncuran awan panas masa lampau. Salah satu model yang dapat disusun adalah karakteristik granulometrinya. Lokasi yang menarik adalah dari luncuran awan panas tahun 2010 yaitu di desa Argomulyo dan Kepuharjo, Kecamatan Cangkringan. Metode penelitian berupa penyelidikan lapangan dan analisis granulometri di laboratorium. Hasil penyelidikan menunjukkan ukuran diameter fragmen antara 2 sampai 20 cm, dengan distribusi mencapai 40%. Distribusi ukuran butiran ke arah hilir menunjukkan sortasi yang lebih buruk. Model granulometri secara keseluruhan didominasi arus saltasi.

Kata kunci: Awan panas, Merapi, Granulometri, Argomulyo, Endapan

Abstract

Granulometric analysis for the sedimentation process can provide an overview of the sedimentation mechanisms. Pyroclastic flow Merapi in 2010 has surprised some experts in disaster. This is because the pyroclastic flow that can reach 13 km from the peak of Merapi. Therefore the slide is interesting to study as a model for understanding the history of hot clouds glide past. One model that can be set is characteristics of granulometric. An attractive location of the pyroclastic flow in 2010 is located at of Argomulyo and Kepuharjo village, Cangkringan. The research methods are field investigation and laboratory analysis for granulometric. The results showed the size of fragment diameter from 2 to 20 cm, with distribution reaching 40%. Particle-size distribution in the downstream direction indicates the sorting worse. Granulometric model show overall saltasi dominated flow.

Key words: Pyroclastic flow, Merapi, Granulometric, Argomulyo, Sediment

1. Pendahuluan

Perkembangan penelitian granulometri dalam berbagai aspek telah dikembangkan oleh beberapa peneliti seperti Visher [1]; Srivastava dan Khare [2]; dan Fabres, dkk [3]. Penelitian-penelitian tersebut pada umumnya mencari hubungan antara distribusi besar butir dengan lingkungan sedimentasi. Hasil penelitian mereka menunjukkan pola distribusi butiran dapat mencerminkan energi arus yang berkembang pada sedimentasi oleh air. Pola-pola distribusi besar butir dapat menjelaskan mekanisme yang terjadi dari mulai transportasi sampai sedimentasi. Terdapat beberapa jenis sedimentasi, traksi, saltasi dan suspensi [1].

Luncuran awan panas oleh beberapa peneliti diduga sebagai bentuk sedimentasi oleh mekanisme turbidit. Namun sejauh ini penelitian tersebut belum terpublikasikan, sehingga model ataupun karakteristik turbidit pada awan panas belum dapat diketahui. Melihat hal tersebut perlu untuk dilakukan kajian agar dapat diketahui karakteristik turbidit pada aliran awan panas.

Erupsi gunung Merapi pada tahun 2010 telah meluncurkan endapan piroklastik atau awan panas sejauh 13 km. dari puncak merapi yang menerjang Desa Argomulyo. Hasil luncuran awan panas tersebut menarik untuk dikaji secara granulometri.

Kajian granulometri pada awan panas tahun 2010 dapat menjadi model acuan untuk memahami sebaran-sebaran hasil erupsi awan panas masa lalu. Adanya endapan-endapan produk erupsi Merapi masa lampau disekitar dataran Yogyakarta dapat lagi ditelaah untuk diketahui apakah hasil luncuran awan panas ataukah proses sedimen klastik. Pemahaman terhadap sejarah erupsi Merapi ini dapat dipergunakan untuk meningkatkan kewaspadaan terhadap bencana erupsi gunung tersebut.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mencoba mengetahui distribusi ukuran butir pada endapan lunturnan awan panas tahun 2010 dan juga endapan-endapan Merapi yang diduga hasil awan panas pada masa lampau. Penelitian juga ditujukan untuk mengetahui karakter jenis arus lunturnan awan panas. Tujuan akhir penelitian adalah mencoba menyusun model granulometri dari lunturnan awan panas, dengan harapan dapat dijadikan parameter untuk mengetahui sejarah endapan awan panas masa lampau.

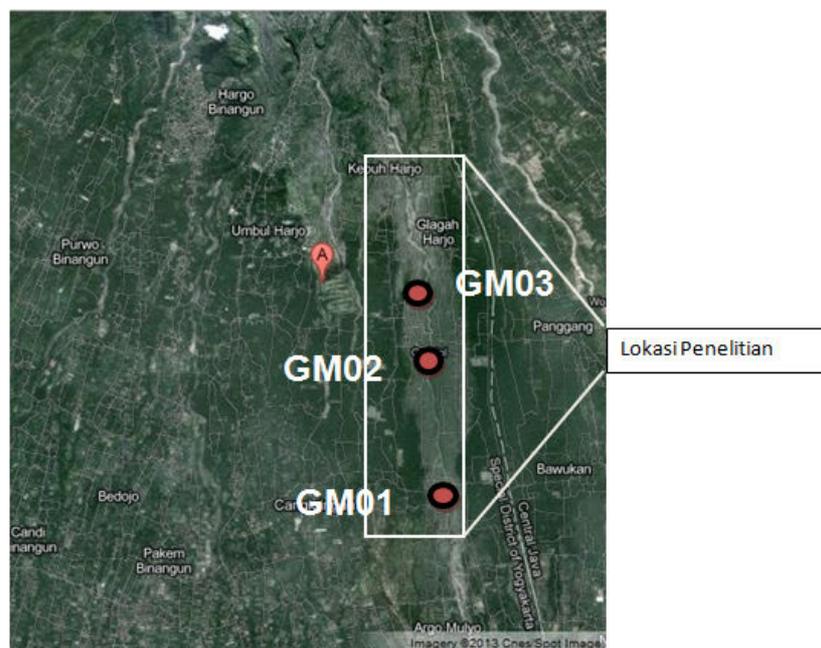
2. Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan penelitian lapangan, dan uji laboratorium. Kegiatan lapangan dilakukan di daerah bekas terjangan aliran awan panas Merapi tahun 2010, dengan kegiatan berupa pengambilan sampel endapan awan panas di tiga lokasi dan pembuatan profil singkapan. Sedangkan kegiatan uji laboratorium dilakukan di laboratorium sedimentologi untuk melakukan uji granulometri. Uji granulometri mempergunakan alat ayakan berukuran standart dengan nomor saringan 20, 40, 60, 100, 200 dan 230. Sedangkan jumlah sampel yang diuji masing-masing seberat 200 gr. Metode ayakan ini sesuai dengan yang diusulkan oleh Ingram [4] dan sudah banyak dipergunakan pada beberapa penelitian yang terdahulu [5].

4. Lokasi Penelitian

Kegiatan penyelidikan lapangan dilakukan di daerah bekas terjangan awan panas tahun 2010 dari desa Argomulyo sampai Dusun Kinahredjo pada tiga lokasi (gambar 1). Pada tahapan penyelidikan lapangan dilakukan beberapa kegiatan berupa:

- Penggambaran profil dan ketebalan endapan awan panas pada masing-masing lokasi.
- Pengambilan contoh sampel tanah dan atau batuan hasil dari kegiatan awan panas untuk diuji di laboratorium. Jumlah contoh yang diambil adalah 5 sampel.



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian. Lokasi pengambilan sampel ditentukan berdasarkan hasil pengamatan di lapangan.

4.1. Lokasi Desa Argomulyo (GM01)

Lokasi terletak di dusun Gadingan desa Argomulyo, Kecamatan Cangkringan. Berdasarkan posisi geografis terletak pada koordinat $07^{\circ}39'19,7''$ LS dan $110^{\circ}27'54,1''$ BT. Berada pada lereng timur sungai Gendol, dan menerjang sebuah rumah penduduk (gambar 2). Ketebalan endapan mencapai 3 m, dengan struktur sedimen yang terbentuk masif.



Gambar 2. Rumah penduduk yang diterjang awan panas 2010 di Desa Argomulyo.



Gambar 3. Endapan piroklastik di Desa Argomulyo dengan kemas terbuka dan fragmen berukuran 2 – 15 cm.

Endapan piroklastik yang dijumpai disusun oleh fragmen berukuran 2 – 15 cm dengan proporsi sekitar 75%. Matrik berukuran pasir halus sampai sedang dengan proporsi sekitar 25%. Endapan ini juga dicirikan dengan kemas terbuka, sortasi buruk, dengan bentuk butir menyudut tanggung – menyudut (Gambar 3).

4.2. Lokasi Desa Kepuharjo (GM02)

Lokasi terletak di dusun Kepoh desa Kepuharjo, Kecamatan Cangkringan. Berdasarkan posisi geografis terletak pada koordinat $07^{\circ}37'26''$ LS dan $110^{\circ}27'37,8''$ BT. Berada pada gosong pasir sungai Gendol, di lokasi penambangan. Ketebalan endapan mencapai 4 m, dengan struktur sedimen yang terbentuk masif.

Endapan dicirikan dengan tiga perlapisan yang dapat dibedakan ciri-cirinya. Di bagian bawah (A) dicirikan dengan endapan warna abu-abu, ukuran fragmen 5 – 30 cm sebanyak 50%, ukuran matriks lanau – pasir halus (0,004 – 0,25 mm) sebanyak 50%, tersortasi buruk, kemas tertutup, (gambar 4). Di bagian tengah (B) endapan berwarna abu-abu, ukuran fragmen 5 – 20 cm sebanyak 35%, ukuran matriks

lanau – pasir halus (0,004 – 0,25 mm) sebanyak 65%, butiran menyudut – menyudut tanggung tersortasi buruk, kemas terbuka. Di bagian atas (C) endapan berwarna abu-abu, dengan komposisi fragmen 5-30 cm sebanyak 45%, matriks lanau – pasir halus (0,004 – 0,25 mm) sebanyak 55%, tersortasi buruk, struktur sedimen masif, kemas terbuka. Komposisi fragmen berupa bomb dan bongkah batuan beku, sedangkan matriks berupa pasir sampai lanau.



Gambar 4. Endapan piroklastik di sungai Gendol di Desa Kepuharjo, terdiri 3 lapisan yang berbeda.

4.3. Lokasi Obyek Batu Alien (GM03)

Lokasi terletak di obyek wisata desa Kepuharjo, Kecamatan Cangkringan. Berdasarkan posisi geografis terletak pada koordinat $07^{\circ}36'07''$ LS dan $110^{\circ}27'18,6''$ BT. Endapan terdapat pada bagian atas bukit, dengan ketebalan endapan baru 1 – 3 m (Gambar 5). Berada pada gosong pasir sungai Gendol, di lokasi penambangan. Di Lokasi ini dijumpai adanya arang kayu sebagai penciri endapan awan panas (Gambar 6).

Endapan awan panas berwarna abu-abu terang, ukuran fragmen 5 – 10 cm (40%) dan matriks berukuran pasir halus (60%), kemas terbuka, bentuk butir menyudut tanggung. Komposisi fragmen berupa batuan beku syenit, diorite dan bomb. Matriks disusun oleh pasir halus dan abu vulkanis.

Pada lokasi ini juga dijumpai adanya arang kayu sebagai bukti endapan pitoklastik. Sampel batuan diambil seberat 5 kg. untuk dianalisis granulometri. Pengambilan sampel dilakukan baik pada fragmen maupun matriksnya.



Gambar 5. Endapan piroklastik di lokasi obyek wisata Batu Alien di Desa Kepuharjo.



Gambar 6. Arang kayu yang terkubur dalam awan panas di lokasi obyek wisata Batu Alien di Desa Kepuharjo.

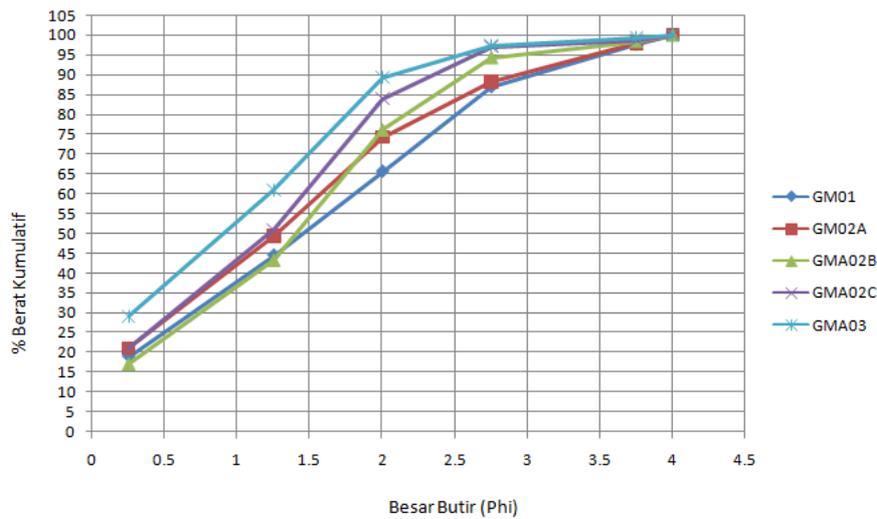
3. Hasil dan Analisis

5.1. Diagram Kumulatif

Sebelum dilakukan analisis statistik, data hasil pengukuran harus dimasukkan dalam kurva kumulatif. Penggunaan kurva kumulatif untuk mengetahui besaran nilai-nilai presentil. Selain itu kurva kumulatif dapat dipergunakan untuk mengetahui perbandingan distribusi butir antar sampel. Hasil pengeplotan pada kurva kumulatif memperlihatkan bahwa sampel dari GM03 berukuran butir lebih kasar dari sampel lainnya (Gambar 7). Distribusi kumulatif juga memperlihatkan sampel GM01 memiliki ukuran butir yang lebih halus dari sampel yang lainnya (Gambar 7). Berdasarkan kurva kumulatif tersebut kemudian dapat diketahui nilai presentil dari masing-masing sampel (Tabel 1).

Tabel 1. Distribusi nilai presentil dan nilai-nilai statistik dari kelima sampel.

Sampel	Parameter Statistik											
	ϕ 95	ϕ 84	ϕ 75	ϕ 50	ϕ 25	ϕ 16	ϕ 5	Median	Mean	SD	Sk	Kurtosis
GM01	3	2.7	2.3	1.45	0.5	0	0	1.45	1.3833	1.1295	(0.0204)	0.6831
GM02A	2.9	2.6	2	1.25	0.35	0	0	1.25	1.2833	1.0894	0.0882	0.7203
GM02B	2.6	2.4	1.9	1.4	0.55	0.25	0	1.40	1.3500	0.9314	(0.0733)	0.7893
GM02C	2.4	2	1.75	1.25	0.4	0	0	1.25	1.0833	0.8636	(0.1458)	0.7286
GM03	2	1.8	1.6	0.85	0	0	0	0.85	0.8833	0.7530	0.1028	0.5123
										-		



Gambar 7. Kurva distribusi kumulatif dari kelima sampel yang dianalisis.

5.2. Analisis Statistik

Analisis statistik pada granulometri perlu dilakukan untuk mengetahui nilai-nilai dari distribusi ukuran butir. Pada analisis statistik ini yang dicari adalah nilai dari: median, rata-rata, simpangan baku, skewness, dan kurtosis. Dalam analisis statistik dipergunakan rumus dari Boggs [5]. Adapun rumus yang dipergunakan sebagai berikut:

1. *Mean* (rata-rata)

$$M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} \quad (1)$$

2. *Standard deviation* (simpangan baku)

$$\sigma = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6} \quad (2)$$

3. *Skewness* (kemencengan)

$$SK = \frac{\phi_{84} + \phi_{16} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{2(\phi_{95} - \phi_5)} \quad (3)$$

4. Kurtosis

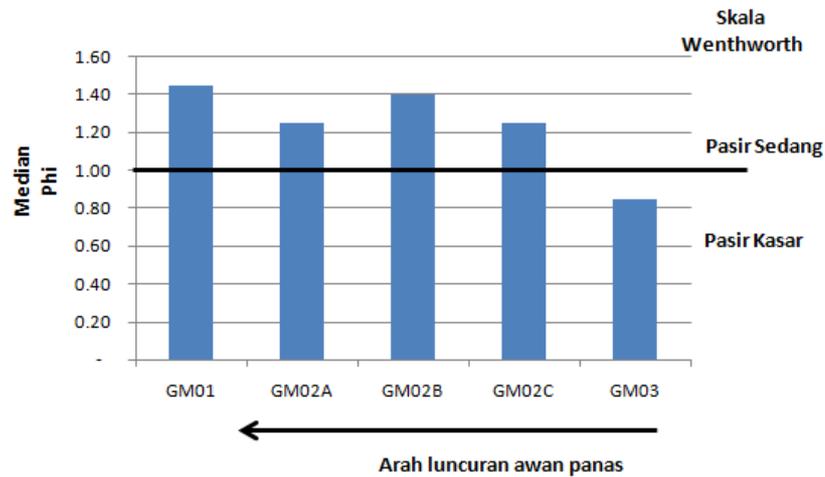
$$K = \frac{(\phi_{95} - \phi_5)}{2,44(\phi_{75} - \phi_{25})} \quad (4)$$

5.2.1. Analisis Median

Nilai median merupakan nilai tengah dari distribusi ukuran butir dari setiap sampel. Hasil analisis menunjukkan dari kelima sampel, hanya sampel dari GM03 yang mempunyai nilai median berada di bawah nilai 0,1 phi. Empat sampel lainnya di atas nilai 0,1 phi. Berdasarkan klasifikasi ukuran butir dari Wentworth [5], maka sampel dari GM03 memiliki nilai median pasir kasar (Gambar 8), sedangkan sampel lainnya mempunyai nilai median pasir sedang.

Berdasarkan nilai median ini menunjukkan sampel GM03 mempunyai kekuatan energi yang paling besar dibandingkan keempat sampel lainnya. Hal yang sebaliknya ditunjukkan pada sampel GM01 yang menunjukkan energi sedimentasi yang terlemah.

Hasil analisis jika dikaitkan dengan arah luncuran awan panas memperlihatkan kearah hilir material yang terbawa cenderung lebih halus (Gambar 8). Distribusi ini tidak berbeda dengan konsep sedimentasi, dimana semakin jauh dari sumber material, maka ukuran butir akan cenderung semakin halus [5].

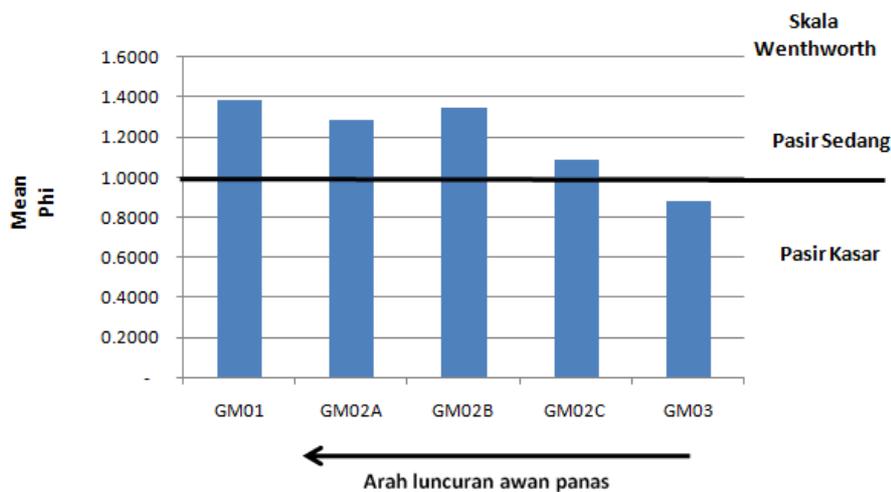


Gambar 8. Histogram nilai median dari kelima sampel. Memperlihatkan sampel GM03 menjadi satu-satunya sampel yang mempunyai nilai median pasir kasar.

5.2.2. Analisis Mean (Rata-rata)

Nilai mean menggambarkan ukuran butir rata-rata dari distribusi ukuran butir dari setiap sampel. Hasil analisis dari kelima sampel menunjukkan hanya sampel dari GM03 yang mempunyai nilai mean berada di bawah nilai 1,0 phi. Empat sampel lainnya di atas nilai 1,0 phi. Berdasarkan klasifikasi ukuran butir dari Wentworth [5], maka sampel dari GM03 memiliki nilai mean pasir kasar (Gambar 9), sedangkan sampel lainnya mempunyai nilai median pasir sedang.

Berdasarkan nilai mean ini menunjukkan sampel GM03 mempunyai kekuatan energi yang paling besar dibandingkan keempat sampel lainnya. Hal yang sebaliknya ditunjukkan pada sampel GM01 yang menunjukkan energi sedimentasi yang terlemah.



Gambar 9. Histogram nilai mean dari kelima sampel. Memperlihatkan sampel GM03 menjadi satu-satunya sampel yang mempunyai nilai mean pasir kasar.

Hasil analisis jika dikaitkan dengan arah luncuran awan panas memperlihatkan kearah hilir material yang terbawa cenderung lebih halus (Gambar 9). Distribusi ini tidak berbeda dengan konsep sedimentasi, dimana semakin jauh dari sumber material, maka ukuran butir akan cenderung semakin halus [5].

5.2.3. Analisis Standard Deviasi (Simpangan Baku)

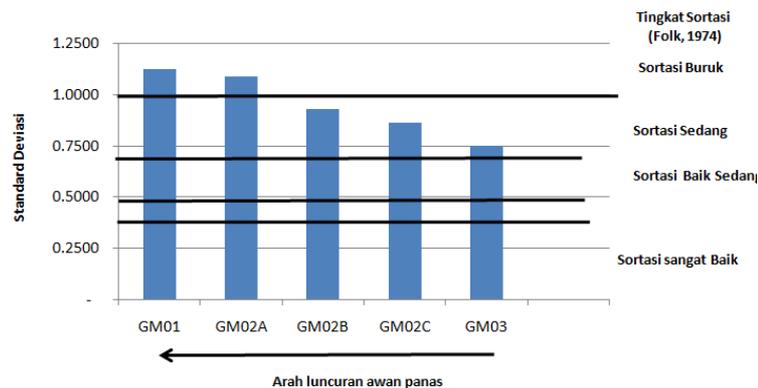
Nilai simpangan baku berhubungan kuat dengan sortasi batuan, yaitu kesewragaman ukuran butir. Hasil analisis dari kelima sampel menunjukkan GM01 dan GM02A memiliki nilai lebih besar dari 1,0, sedangkan ketiga sampel yang lain mempunyai nilai antara 0,75 sampai 1,0. Berdasarkan klasifikasi tingkat sortasi dari Folk (1974 dalam [5]), maka sampel dari GM01 dan GM02A memiliki nilai sortasi buruk (Gambar 10), sedangkan sampel lainnya mempunyai nilai sortasi sedang.

Hasil analisis jika dikaitkan dengan arah luncuran awan panas memperlihatkan kearah hilir material tersortasi lebih buruk (Gambar 10). Distribusi ini berbeda dengan konsep sedimentasi yang melalui suatu media [5]. Pada proses sedimentasi dengan media semakin kearah hilir, maka tingkat sortasi akan semakin baik.

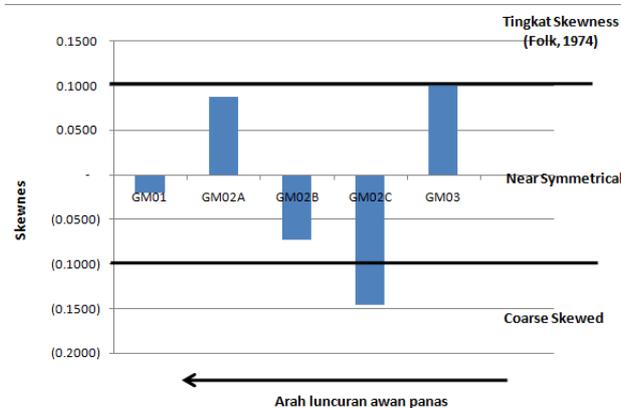
5.2.4. Analisis Skewness (Kemencengan)

Nilai skewness berhubungan dengan kecenderungan distribusi ukuran butir dari suatu batuan atau endapan. Hasil analisis dari kelima sampel menunjukkan GM02C yang memiliki nilai lebih kecil dari -0,1, sedangkan empat yang lainnya mempunyai nilai antara -0,1 sampai 0,1. Berdasarkan klasifikasi tingkat skewness dari Folk (1974, dalam [5]), maka sampel dari GM02C memiliki nilai skewness kasar, sedangkan yang lainnya mendekati simetri (Gambar 5.15).

Hasil analisis jika dikaitkan dengan arah luncuran awan panas tidak menunjukkan suatu pola tertentu. Sehingga nilai skewness tidak berkaitan langsung dengan jarak luncuran awan panas.



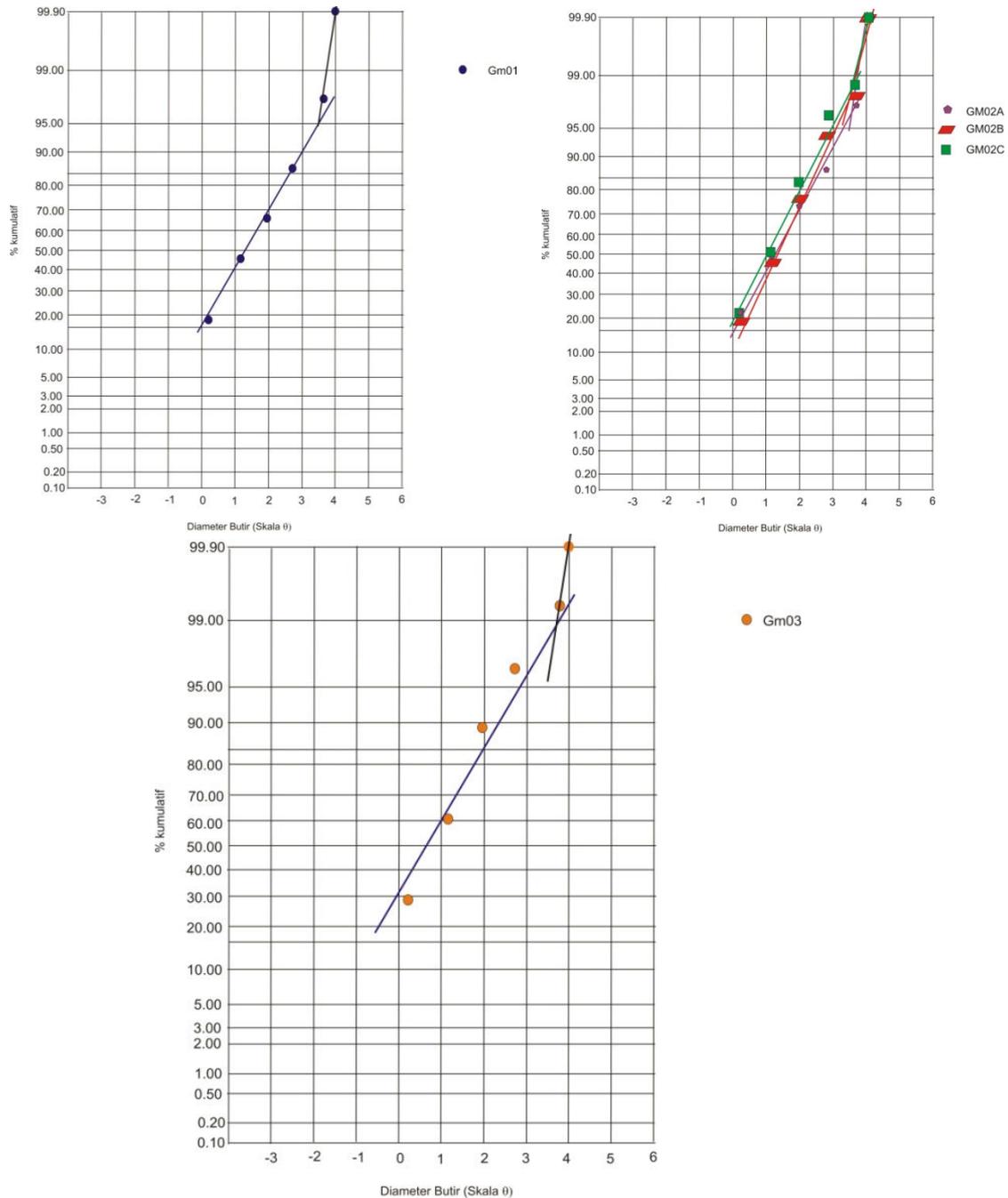
Gambar 10. Histogram nilai standard deviasi dan tingkat sortasi dari kelima sampel. Memperlihatkan kearah hilir tersortasi lebih buruk.



Gambar 11. Histogram nilai skewness dari kelima sampel. Tidak menunjukkan pola tertentu berkaitan dengan arah luncuran.

5.3. Analisis Mekanisme Pengendapan

Analisis mekanisme pengendapan ditujukan untuk mengetahui jenis-jenis pergerakan butiran selama proses sedimentasi. Pendekatan pemodelan menggunakan model dari Visher [1], yaitu dengan distribusi kumulatif yang dimasukkan dalam diagram probabilitas.



Gambar 12. Kurva distribusi kumulatif pada kelima sampel dalam kertas probabilitas. Menunjukkan pola arus saltasi yang berkembang pada kelima sampel.

Hasil analisis pada kelima sampel menunjukkan pola arus yang sama (Gambar 12). Berdasarkan model pola arus dari Visher [1] maka bentuk pola yang berkembang pada kelima sampel adalah arus saltasi. Pola yang berkembang pada kurva probabilitas hasil penelitian ini tidak menunjukkan kesamaan dengan model lingkungan pengendapan yang sudah disusun oleh Visher [1]. Hal ini disebabkan Visher [1] belum mengakomodasi model granulometri pada endapan piroklastik.

6. Kesimpulan

Terdapat beberapa kesimpulan dari hasil penelitian ini. Pertama distribusi ukuran butir dari hulu ke hilir cenderung untuk menghalus. Kondisi ini sesuai dengan sedimentasi yang berlaku, dimana makin kearah hilir butiran yang terangkut oleh media transportasi semakin halus.

Kesimpulan kedua sortasi Sebaran sortasi kearah hilir lebih buruk. Hal ini berbeda dengan konsep sedimentasi yang umum, dimana makin kearah hilir butiran yang terangkut oleh media transportasi memiliki sortasi yang baik atau seragam.

Berdasarkan kurva logaritma, terlihat bahwa mekanisme sedimentasi yang berkembang didominasi oleh mekanisme saltasi. Hal ini menunjukkan bahwa material-material luncuran awan panas turun dengan menggelinding. Kurva yang terbentuk tidak memiliki kesamaan dengan kurva yang sudah disusun oleh Visher [1], sehingga luncuran awan panas memiliki model yang berbeda dengan model tersebut.

7. Ucapan Terima Kasih

Tulisan ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang didanai oleh Hibah Penelitian Dosen Pemula dari DIKTI pada tahun 2013. Untuk itu kepada Dirjen DIKTI kami ucapkan terima kasih atas bantuan hibah tersebut. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Dede Tisno dan Catur Nugroho yang ikut membantu dalam pengambilan sampel di lapangan.

8. Daftar Pustaka

- [1] Visher, G.S., 1969, Grain Size Distributions And Depositional Processes, *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 39, no. 3, pp. 1074-1106.
- [2] Srivastava, A.K., dan Khare, N., 2009, Granulometric Analysis of Glacial Sediments, Schirmacher Oasis, East Antarctica, *Journal Geological Society of India*, v. 73, pp. 609-620. Geol. Soc. India.
- [3] Fabrés, J., Calafat, A., Canals, M., Francés, G., dan Flores, J.A., 1996, Mass Physical, Granulometric and Mineralogical Characterisation of The Glaciomarine sediments, of The Bransfield Basin (NW Antarctic Peninsula), *Geogaceta*, v. 20, no. 2, pp. 386-389.
- [4] Ingram, R.L., 1971, Sieve Analysis, In: R.E. Carver (Ed.), *Procedures in Sedimentary Petrology*, Wilson Interscience, pp. 49-68.
- [5] Boggs, Jr.S., 1995, *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey.