

## Intensitas Erosi Kerucut Sinder Gunung Slamet Berdasarkan Pembagian Kelas Morfometri Kerucut

### *Erosion Intensity of Slamet Cinder Cones Based on Cone Morphometric Classification*

Wilda Aini Nurlathifah<sup>1,2</sup>, Ildrem Syafri<sup>2</sup>, Johannes Hutabarat<sup>2</sup>, dan Agustina Djafar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Museum Geologi, Sekretariat Badan Geologi, Badan Geologi  
Jalan Diponegoro No. 57 Bandung 40122 Indonesia

<sup>2</sup> Universitas Padjadjaran, Fakultas Teknik Geologi  
Jalan Dipatiukur No. 35 Bandung 40132 Indonesia

Naskah diterima 16 Januari 2019, selesai direvisi 10 Agustus 2019, dan disetujui 10 Agustus 2019  
e-mail: wildaaini\_geologi07@yahoo.com

#### ABSTRAK

Gunung Slamet memiliki 35 kerucut sinder di sisi lereng timurnya. Kerucut ini menyebar secara acak dan hadir baik di tubuh Slamet dan sebagian kecil di kaki Slamet. Kerucut sinder ini merupakan jenis kerucut parasit monogenetik yang muncul setelah Gunung Slamet Tua terbentuk. Meskipun secara sekilas kenampakan morfologi kerucut sinder Slamet hampir seluruhnya sama, tetapi dengan menggunakan data citra beresolusi tinggi akan didapat perbedaan bentuk kenampakan morfologinya. Dari kenampakan ini dapat dihitung morfometrinya untuk ditentukan kelas kerucutnya. Menurut Taylor, dr. (2003), kelas morfometri kerucut sinder ini berhubungan dengan tingkat degradasi atau erosi dari suatu kerucut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi intensitas erosi yang terjadi pada kerucut sinder Slamet berdasarkan pembagian kelas morfometrinya. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis morfometri dengan menggunakan citra satelit TerraSar untuk menghitung parameter kerucut, seperti bentuk kerucut, bentuk kawah, relief, sudut lereng kerucut, dan rasio tinggi kerucut/diameter alas kerucut. Untuk memudahkan penelitian, dipilih 5 buah kerucut sinder yang mewakili kelompok kerucut yang hadir di tubuh (fasies medial) dan di kaki (fasies distal) Slamet baik secara soliter maupun berkelompok. Kelima kerucut sinder tersebut adalah Kerucut Sinder Bukit Lingsi/Pisang, Kerucut Sinder Bukit Kandanggotong, Kerucut Sinder Bukit Siremeng, Kerucut Sinder Bukit Batusanggar dan Kerucut Sinder Bukit Telu. Kelas morfometri kerucut 1 menunjukkan tingkat erosi yang paling rendah dengan karakteristik bentuk kerucut yang masih cukup sempurna, bentuk kawah yang masih terlihat jelas dan dalam, nilai sudut lereng yang besar, relief yang cukup halus, dan rasio tinggi/diameter alas kerucut yang cukup tinggi. Semakin besar angka dalam kelas morfometri kerucut sinder memberi arti bahwa intensitas erosi semakin besar. Dari kelima kerucut sinder yang dianalisis diketahui bahwa kerucut sinder Bukit Telu yang terletak pada kaki Slamet memiliki kelas morfometri kerucut 1. Hal ini berarti intensitas erosinya paling rendah. Sementara itu, kerucut sinder Bukit Siremeng yang terletak di tubuh Slamet masuk ke dalam kelas kerucut 4 dan memiliki intensitas erosi paling tinggi dibandingkan dengan keempat kerucut lainnya.

Kata kunci: erosi gunungapi, Gunung Slamet, intensitas erosi, kelas kerucut, kerucut sinder, morfometri.

## ABSTRACT

*Slamet Volcano has 35 cinder cones on its eastern slopes. These cones scatter and appear both on the flank of Slamet Volcano and a small portion appear at the Slamet Volcano's foot. These cinder cones are monogenetic parasitic cones that appear after the Old Slamet Volcano formed. Although the appearance of the Slamet Cinder Cone morphology is almost entirely the same, but by using high resolution image data, its differences will be identified. From this morphological appearance, morphometry can be calculated to determine its cone classification. Taylor, et al. (2003) says that cinder cone morphometry classification is related to the level of degradation or erosion of a cone. This study aims to identify the erosion intensity of Slamet cinder cones based on cone morphometric classification. The method used in this study is the morphometric analysis using TerraSar satellite imagery to calculate cone parameters, such as cone shape, crater shape, relief, cone slope angle, and ratio of cone height/cone base diameter. Five cinder cones has been chosen in order to represent the cone group that present in the flank of Slamet (medial facies) and in the Slamet's foot (distal facies) both solitary and groups. The five cinder cones are Mt. Lingi/Pisang, Mt. Kandanggotong, Mt. Siremeng, Mt. Batusanggar and Mt. Telu. The cone morphometric classification 1 shows the lowest erosion intensity with its characteristic such as perfect cone shape, visible and deep crater shape, large slope angle, quite smooth relief, and the quite high ratio of cone base height diameter. The greater number in the cinder cone morphometric classification means that the erosion intensity is getting larger. From the five analyzed cinder cones, it was found that the cone morphometry of Mt. Telu that located at the Slamet's foot is class 1. This means it has the lowest erosion intensity. Meanwhile, the cinder cone of Mt. Siremeng which located on the flank of Slamet grouped into class 4. Mt. Siremeng has the highest erosion intensity compared to the other four cones.*

*Keywords: volcano erosion, Slamet Volcano, erosion intensity, cone classification, cinder cone, morphometry.*

## PENDAHULUAN

Gunung Slamet di Jawa Tengah merupakan kompleks vulkanik yang telah mengalami beberapa kali letusan. Pada lereng timur Gunung Slamet dijumpai banyak kerucut parasit monogenesis yang disebut kerucut sinder atau kerucut skorja. Kerucut sinder Slamet ini berjumlah 35 buah. Kerucut sinder tersebut tersebar pada radius 4 – 14 km dari kawah Slamet (Sutawidjaja dan Sukhyar, 2009). Kerucut ini menyebar secara acak dan hadir baik secara soliter maupun berkelompok. Pada peta geologi regional, kerucut-kerucut sinder ini muncul sebagian besar di tubuh Gunung Slamet Muda dan sebagian kecil di kaki Gunung Slamet Muda.

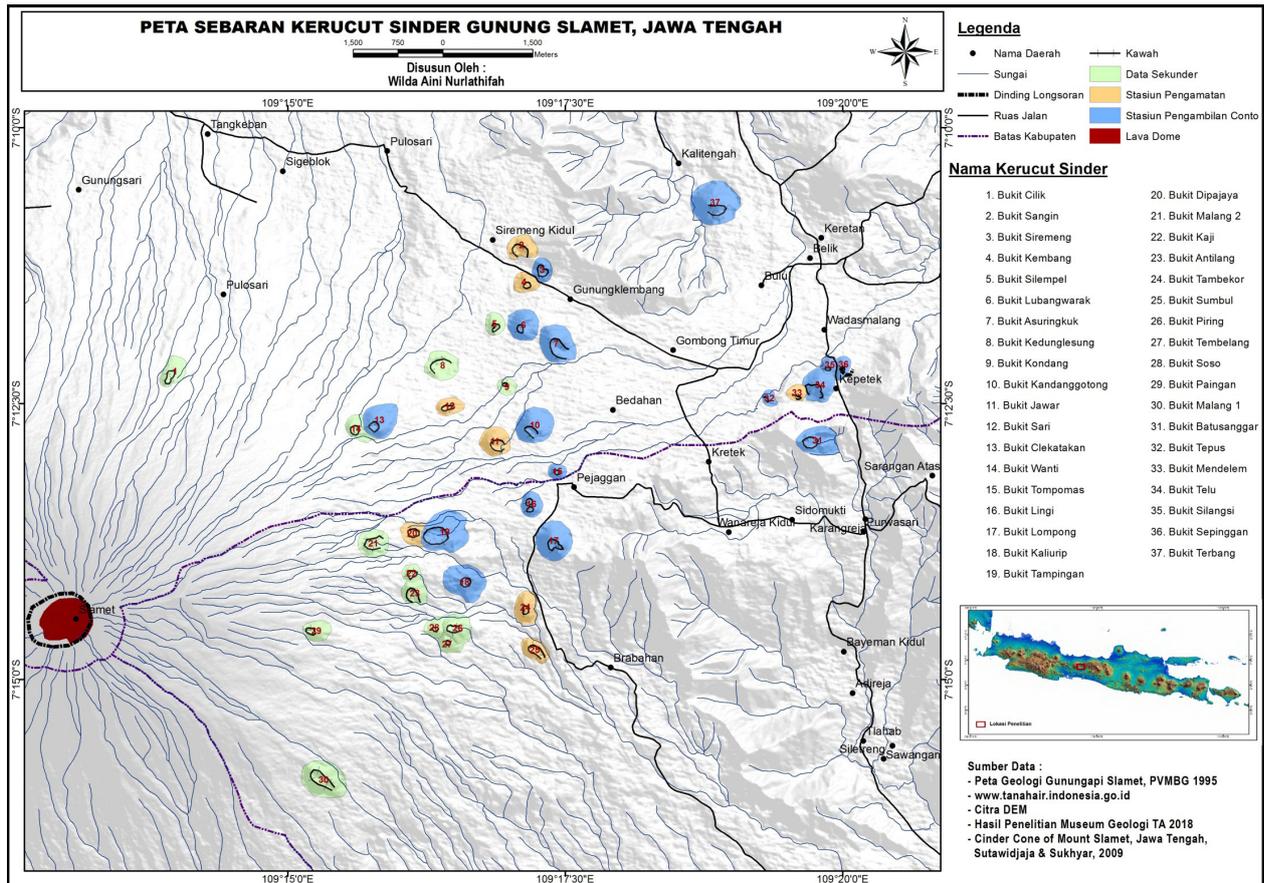
Menurut McGetchin (1974), kerucut sinder adalah kerucut vulkanik yang dibentuk oleh material hasil letusan jenis stromboli dan proses pembentukannya merupakan endapan lontaran material. Menurut Settle (1979), kerucut sinder adalah suatu bukit yang dibangun terutama oleh letusan eksplosif lemah sampai sedang, bentuk morfometrinya tergantung dari distribusi besar butir piroklastik, penyebaran, kekuatan lontaran dan sudut lontaran.

Kerucut sinder terbentuk oleh akumulasi tefra (umumnya berupa skorja) di sekeliling lubang kawah gunungapi. Kerucut sinder merupakan tipe letusan monogenetik yang berarti terbentuk oleh

satu letusan atau satu fase letusan saja sehingga waktu hidupnya lebih pendek dan ukuran kerucutnya relatif lebih kecil dibandingkan dengan letusan poligenetik. Meskipun secara sekilas kenampakan morfologi kerucut sinder Gunung Slamet hampir seluruhnya sama, tetapi dengan menggunakan data citra beresolusi tinggi akan didapat perbedaan bentuk kenampakan morfologinya. Setiap kerucut sinder memiliki karakteristik morfologi yang berbeda dan dapat dikelompokkan ke dalam kelas-kelas kerucut. Kelas-kelas kerucut ini dilihat dari karakteristik morfologi kerucut yang dipengaruhi oleh intensitas erosi. Pengelompokan kelas kerucut ini dinamakan sebagai kelas morfometri kerucut yang memiliki angka kelas 1 hingga 7. Lokasi penelitian ini difokuskan pada kerucut-kerucut sinder di lereng timur Slamet (Gambar 1).

Kerucut sinder Slamet masuk ke dalam jenis letusan samping Slamet. Letusan samping dapat dibedakan sebagai letusan lereng dan letusan eksentrik (Bronto, 2010). Letusan lereng (*flank eruption*) yaitu apabila letusan terletak di lereng kerucut gunungapi utama. Letusan eksentrik (*excentric eruption*) yaitu bila letak letusan terletak di luar tubuh gunungapi utamanya (yaitu kaki atau dataran di sekitar di sekitar gunungapi utama).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kelas kerucut sinder Slamet yang berdampak pada intensitas erosi kerucut. Kelas kerucut dapat



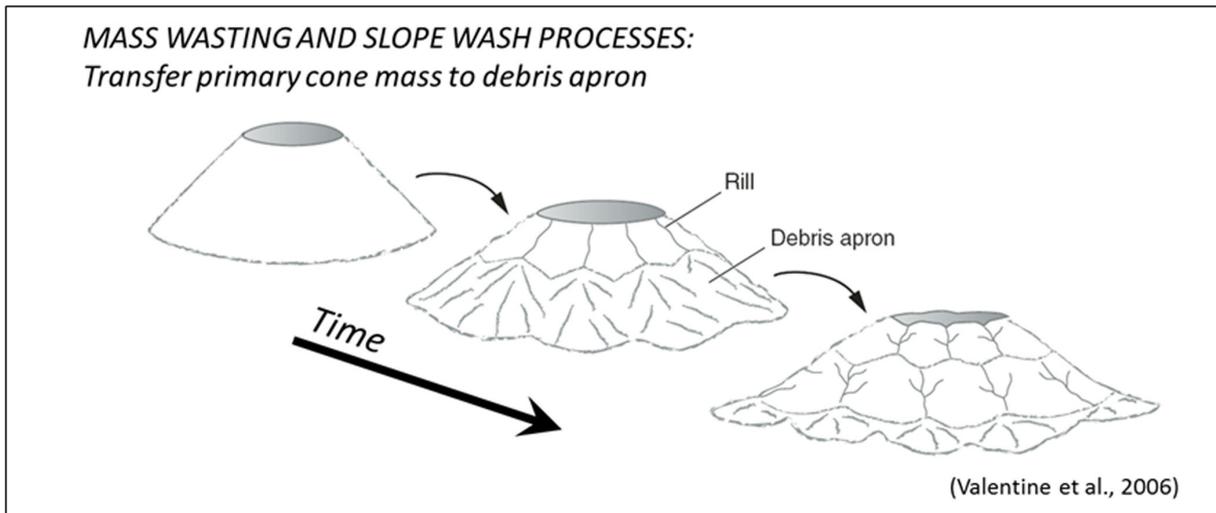
Gambar 1. Peta Sebaran Kerucut Sinder yang menjadi lokasi penelitian. Kerucut sinder yang ditandai dengan warna biru merupakan kerucut sinder yang didatangi dan diambil contoh litologinya.

menunjukkan tingkat degradasi yang berhubungan dengan intensitas erosi. Valentine, dr. (2006, dalam Taylor, 2007) menjelaskan bahwa sebuah kerucut tererosi apabila mengalami pengikisan material kerucut dan pengikisan lereng kerucut. Proses erosi ini dapat dilihat dari empat hal (Gambar 2). Yang pertama adalah berkurangnya relief kerucut. Relief kerucut yang tererosi tinggi dapat memiliki tekuk-tekuk lereng yang besar dan melebar, sementara kerucut yang masih sempurna dapat memiliki relief halus atau bahkan memiliki tekuk-tekuk lereng yang sempit dan dalam. Kedua, penurunan nilai sudut lereng. Ketiga, penurunan nilai rasio tinggi kerucut/diameter alas kerucut ( $H/W_{co}$ ). Keempat, berkurangnya kenampakan morfologi kawah. Bentuk kawah yang masih sempurna serta dalam menunjukkan tingkat erosi yang rendah.

Untuk memudahkan penelitian, dipilih 5 buah kerucut sinder yang mewakili kelompok kerucut. Dasar pemilihan kelima kerucut sinder ini adalah aksesibilitas, lokasi kemunculan kerucut sinder (perwakilan di tubuh dan di kaki gunungapi

utamanya), serta kemunculan kerucut sinder apakah soliter atau berkelompok. Kelima kerucut sinder tersebut adalah Kerucut Sinder Bukit Lingi/Pisang, Kerucut Sinder Bukit Kandanggotong, Kerucut Sinder Bukit Siremeng yang hadir pada tubuh Slamet (letusan lereng). Sementara itu, Kerucut Sinder Bukit Batusanggar dan Kerucut Sinder Bukit Telu hadir pada kaki Slamet (letusan eksentrik). Kelas kerucut 1 menunjukkan tingkat erosi yang paling rendah dan bentuk kerucut yang masih cukup sempurna. Semakin besar angka dalam kelas kerucut sinder memberi arti bahwa tingkat erosi semakin besar.

Morfologi Slamet secara umum (Vukadinovic dan Sutawidjaja, 1995) dapat dibagi menjadi dua (Gambar 3). Pertama, morfologi bagian barat yang ber relief kasar, terdiri dari lembah-lembah dalam, dan perbukitan yang tinggi. Sementara di bagian timur reliefnya halus dan lereng yang landai. Peneliti terdahulu (Bemmelen, 1949; Pardyanto, 1971; Djuri, 1975; Aswin dr., 1984; Sutawidjaja dr., 1985) menyebutkan bahwa bagian barat



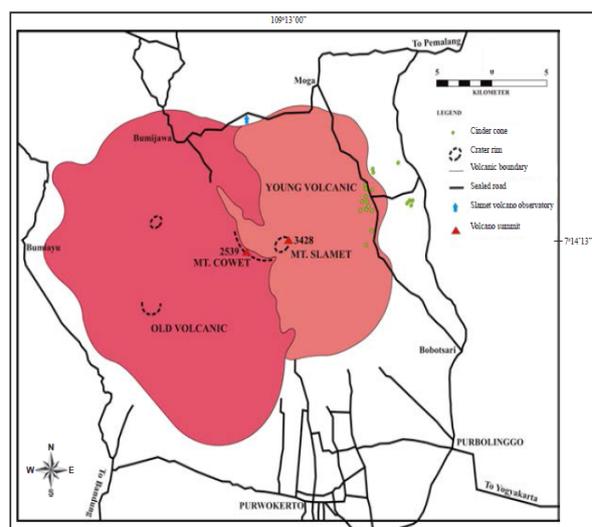
Gambar 2. Proses erosi pada sebuah kerucut gunungapi, termasuk kerucut sinder. *Transfer primary cone mass to debris apron* (Valentine, drr, 2006 dalam Taylor, 2007).

berumur lebih tua dibandingkan bagian timur. Pardyanto (1971) mengemukakan bahwa beberapa dari banyak puncak di wilayah barat (misalnya Gunung Minggrik, Gunung Sembung) merupakan pusat letusan dari periode aktivitas Slamet Tua. Sutawidjaja drr. (1985) menyatakan bahwa bagian barat Slamet terdiri sepenuhnya dari lava andesit dan tefra dan menyebutnya “Slamet Tua”. Bagian timur Slamet ini terdiri dari lava basal yang relatif baru sehingga topografinya halus.

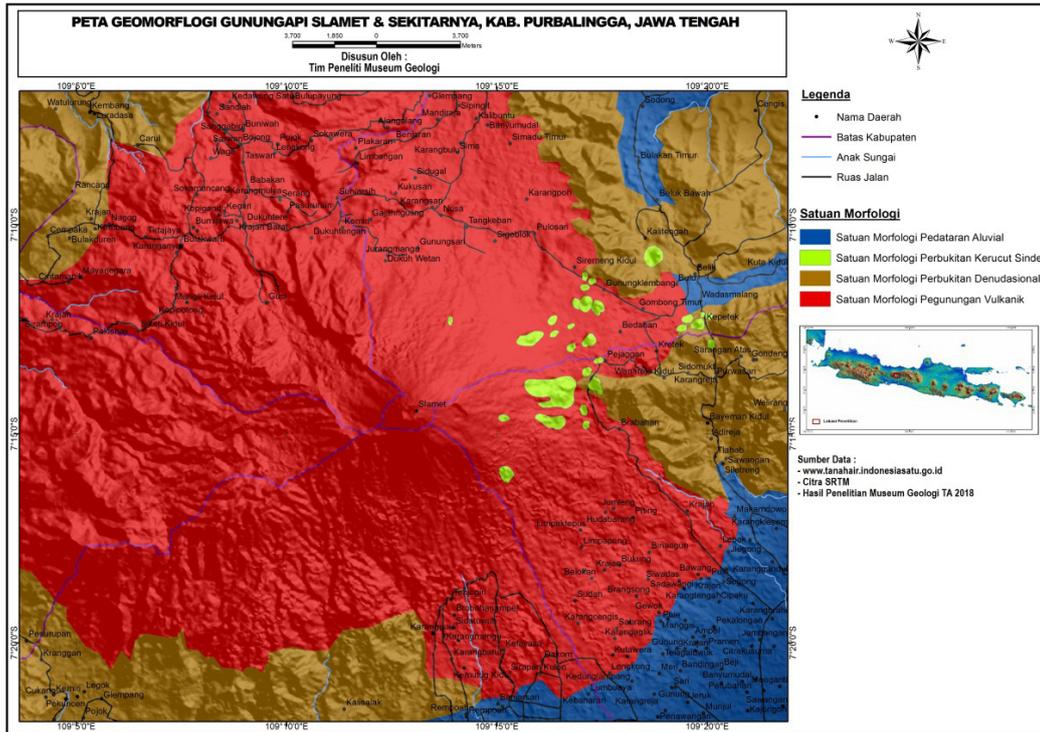
Secara rinci, geomorfologi Slamet dapat dibagi menjadi empat bagian (Museum Geologi, 2018), yaitu satuan morfologi pedataran aluvial, satuan morfologi perbukitan kerucut sinder, satuan morfologi perbukitan denudasional, dan satuan morfologi pegunungan vulkanik (Gambar 4). Berikut adalah penjelasan morfologi kerucut sinder yang ada di lereng timur Slamet. Satuan morfologi perbukitan kerucut sinder (*cinder cone*) terletak di lereng timur kerucut Slamet, meliputi Desa Gombong, Wanareja, Kepetek dan Cletakatan. Kerucut sinder ini tersebar dalam radius 5 km dengan jumlah sekitar 35 bukit serta kemiringan lereng yang bervariasi, hingga mencapai  $\pm$  lebih dari  $30^{\circ}$ . Derajat kemiringan lereng adalah salah satu nilai morfometri yang dapat menunjukkan intensitas erosi. Semakin tinggi derajat lereng maka intensitas erosi dianggap semakin rendah.

Kompleks Gunungapi Slamet secara stratigrafi dapat dikelompokkan menjadi Batuan Sedimen, Batuan Slamet Tua, dan batuan Slamet Muda

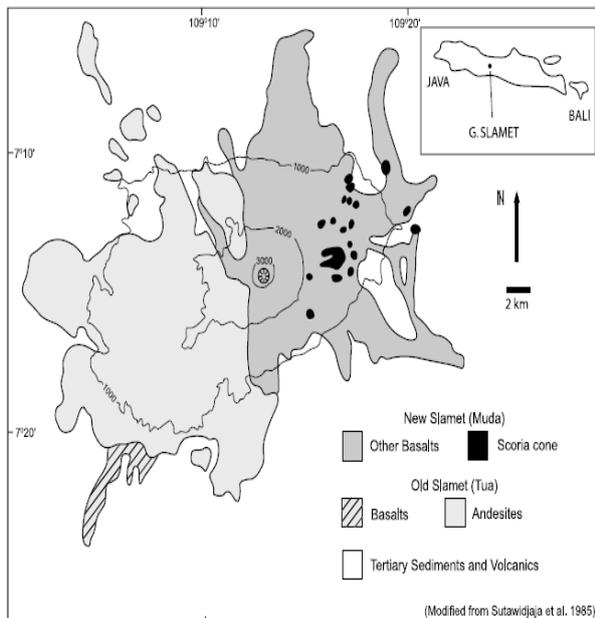
(Vukadinovic, 1989, dalam Vukadinovic dan Sutawidjaja, 1995). Stratigrafi berumur relatif dari tua ke muda (Gambar 4), yaitu: Batuan Sedimen dan Vulkanik Tersier (*Tertiary Sediments and Volcanic*), yang terdiri dari batuan sedimen laut dan produk letusan gunungapi tua; Satuan Gunungapi Slamet Tua (*Old Slamet*), terdiri dari basalt dan andesit; Satuan Gunungapi Slamet Muda (*New Slamet*), terdiri dari basalt muda dan kerucut sinder. Sebaran kerucut sinder pada lereng timur Gunungapi Slamet Muda ada pada Gambar 5.



Gambar 3. Peta geomorfologi umum Gunung Slamet yang terdiri dari Slamet Tua dan Slamet Muda (Sutawidjaja dan Sukhyar, 2009).



Gambar 4. Peta geomorfologi Gunung Slamet yang terbagi menjadi empat bagian (Museum Geologi, 2018).



Gambar 5. Geologi Gunungapi Slamet, Jawa Tengah (Vukadinovic, 1989, dalam Vukadinovic dan Sutawidjaja, 1995).

## METODE PENELITIAN

Tahapan ini dilakukan untuk melengkapi karakteristik kerucut sinder. Sebagian besar kerucut sinder akan menunjukkan bentuk kerucut

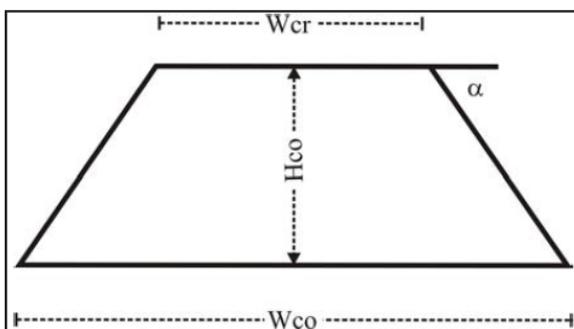
yang simetris, tetapi kerucut sinder yang meletus pada topografi alas yang miring seringkali bentuknya tidak menjadi kerucut yang simetris. Oleh karena itu, aspek morfologi sangat penting untuk menentukan karakteristik serta klasifikasi kerucut sinder. Proses degradasi akibat erosi dapat mengurangi dan mengubah dimensi dari kerucut sinder. Semakin besar proses degradasi yang terjadi dan semakin masuk ke dalam kelas kerucut yang besar.

Secara umum, analisis morfologi dan morfometri kerucut sinder dapat dibagi menjadi dua, yaitu analisis secara kualitatif dan secara kuantitatif. Analisis morfologi secara kualitatif telah dijelaskan oleh Taylor (2003), yaitu dengan memperhatikan relief kerucut, bentuk kerucut, dan bentuk kawah. Tabel 1 menjelaskan klasifikasi kelas kerucut sinder secara kualitatif.

Analisis morfologi secara kuantitatif dapat ditentukan berdasarkan beberapa parameter morfometri yang meliputi tinggi kerucut ( $H$ ), sudut lereng kerucut ( $\alpha$ ), diameter alas kerucut ( $W_{co}$ ), diameter kawah ( $W_{cr}$ ), dan rasio  $H/W_{co}$ .  $W_{co}$  dan  $W_{cr}$  dapat juga didefinisikan sebagai nilai maksimum dan minimum dari lebar kawah kerucut.  $H_{co}$  adalah perbedaan elevasi antara

Tabel 1. Klasifikasi Kelas Kerucut Sinder secara Kualitatif (Taylor, dr., 2003)

Tabel Penjelasan mengenai Kelas Morfologi Kerucut secara Kualitatif		
1	Good-Excellent	Cone shape with vent morphology
2	Good	Cone shape with less defined vent morphology
3	Moderate-Good	Cone shape, lacks well-defined vent morphology
4	Moderate	Cone shape, no vent
5	Moderate-Poor	Cone shape, poor definition
6	Poor	Lacks cone shape
7	Very Poor	Lacks cone shape, very poorly defined morphology



Keterangan :

H = tinggi kerucut sinder

Wcr = diameter kawah

Wco = diameter alas kerucut

α = Sudut lereng kerucut

Gambar 6. Skema diagram yang menunjukkan parameter untuk menghitung ukuran kerucut sinder (Porter, 1972 dalam Taylor, 2003).

puncak kerucut sinder dengan alasnya (Gambar 6). Seluruh aspek morfometri ini bertujuan untuk mengklasifikasikan kerucut sinder sebagai salah satu penentuan karakteristik kerucut sinder.

Peneliti terdahulu yakni Sutawidjaja dan Sukhyar (2009) telah melakukan analisis morfometri dengan menggunakan peta topografi berskala 1:50000 dan dari foto udara. Peta yang digunakan masih memiliki resolusi yang rendah. Analisis morfometri terdahulu tidak membuat klasifikasi kelas kerucut sinder dan lebih membahas umur relatif kerucut. Pada penelitian kali ini, peta yang digunakan untuk analisis ialah peta citra satelit TerraSar dengan

resolusi 8m. Dengan menggunakan citra ini, maka morfologi, relief dan bentuk kawah kerucut sinder akan terlihat lebih jelas. Diharapkan perhitungan nilai tinggi dan diameter kawah juga menjadi lebih tepat. Seluruh parameter ini dihitung menggunakan perangkat lunak GlobalMapper 12.

Taylor (2007) melakukan penelitian terhadap kerucut sinder di Newberry Volcano, Oregon. Metode penelitiannya menggunakan analisis morfologi secara kualitatif dan kuantitatif serta menghasilkan dua kelompok kerucut sinder (Tabel 2). Kelompok pertama memiliki umur yang relatif lebih “muda” atau *youthful* dengan karakteristik memiliki sudut lereng 19-20 derajat dan rasio H/Wco 0,19. Sementara itu, kelompok kedua memiliki umur yang relatif lebih *mature* dengan karakteristik memiliki sudut lereng 11-15 derajat dan rasio H/Wco 0,14. Taylor (2007) juga membandingkan hasil penelitiannya dengan beberapa studi morfologi kerucut sinder di beberapa tempat yang lain. Oleh karena itu, metode dan hasil penelitian Taylor di Newberry, dapat dijadikan acuan untuk penelitian ini. Tabel di bawah ini (Tabel 2) merupakan contoh hasil penelitian Taylor (2007).

Dengan menggabungkan Tabel 1 dan Tabel 2, serta penjelasan Valentine, dr. (2006) dalam Taylor (2007) di atas, maka resume klasifikasi kerucut sinder harus mencakup seluruh aspek morfologi dan morfometri (Tabel 3). Namun, untuk perhitungan kualitatif kelas kerucut, tidak ditemukan nilai yang pasti untuk parameternya (seperti sudut lereng, rasio H/Wco) karena nilainya dapat bersifat variatif di lokasi kerucut sinder yang berbeda. Yang menjadi acuan untuk perhitungan kuantitatif adalah kelas kerucut yang paling rendah atau yang terdegradasi paling rendah seharusnya memiliki nilai sudut

Tabel 2. Klasifikasi Kelas Kerucut Sinder Secara Kuantitatif pada Newberry Volcano, Oregon (Taylor, drr., 2007).

Kelas Morfologi	Jumlah kerucut	Sudut lereng rata-rata (derajat)	Tinggi Kerucut rata-rata (m)	Hco/Wco
Kelas 1	11	19,9	132,4	0,18
Kelas 2	21	18,2	124,4	0,20
Kelas 3	10	18,1	126,2	0,19
Kelas 4	35	14,9	76,2	0,15
Kelas 5	35	14,4	78,1	0,15
Kelas 6	11	11,9	59,5	0,13
Kelas 7	59	10,2	50,4	0,14
Seluruh kerucut	182	13,6	76,4	0,2

Tabel 3. Klasifikasi Kelas Kerucut Sinder Secara Keseluruhan

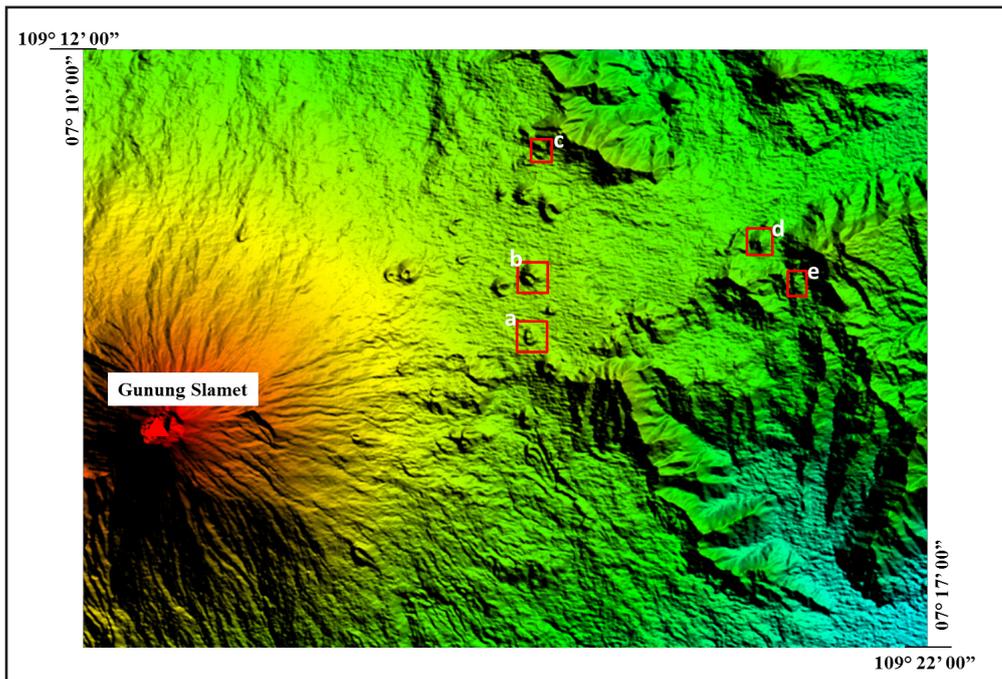
Kelas Morfologi	Bentuk Kerucut dan Bentuk Kawah	Relief	Sudut lereng rata-rata (derajat) sebagai perbandingan	H/Wco sebagai perbandingan
Kelas 1	<i>Cone shape with vent morphology</i>	↑	19,9	0,18
Kelas 2	<i>Cone shape with less defined vent morphology</i>	↑	18,2	0,20
Kelas 3	<i>Cone shape, lacks well-defined vent morphology</i>	smooth	18,1	0,19
Kelas 4	<i>Cone shape, no vent</i>	kasar	14,9	0,15
Kelas 5	<i>Cone shape, poor definition</i>	↓	14,4	0,15
Kelas 6	<i>Lacks cone shape</i>		11,9	0,13
Kelas 7	<i>Lacks cone shape, very poorly defined morphology</i>		10,2	0,14

lereng dan rasio H/Wco yang relatif lebih besar dibandingkan kelas kerucut yang terdegradasi lebih tinggi. Pengelompokan kerucut sinder pada penelitian ini lebih difokuskan terlebih dahulu pada klasifikasi secara kualitatif, lalu didukung dengan parameter morfometrinya. Volume kerucut juga ditambahkan untuk mengetahui perbandingan dimensi antar kerucut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Peta yang digunakan untuk melakukan analisis morfologi adalah peta topografi citra TerraSar (Gambar 7) dengan melihat bentuk kerucut, bentuk kawah, dan relief kerucut. Sementara itu, parameter morfometri yang dihitung meliputi tinggi kerucut, diameter alas, diameter kawah, rasio H/Wco dan sudut lereng. Cara menghitung parameter morfometri adalah dengan menampilkan kontur

(generate contour) kerucut sinder pada software Globalmapper dengan basemap citra TerraSar yang sudah memiliki nilai ketinggian. Kemudian membuat delineasi atau batas alas kerucut sinder. Setelah itu, ditarik garis penampang dari kontur terendah yang menjadi posisi alas kerucut ke kontur titik tertinggi yang merupakan puncak dari kerucut sinder. Penarikan garis penampang ini dilakukan beberapa kali dengan arah yang berbeda, tetapi tetap dari kontur terendah kerucut sinder ke titik tertingginya. Selanjutnya, garis penampang ini dibuat menjadi penampang dua dimensi agar dapat dihitung: jarak dari alas kerucut ke puncak kerucut (H), jarak diameter kerucut (Wco), jarak kawah (Wcr), dan sudut lereng. Sudut lereng dihitung dengan menggunakan rumus segitiga pada penampang. Nilai-nilai morfometri ini didapatkan dalam jumlah lebih dari satu nilai untuk kemudian dirata-ratakan.



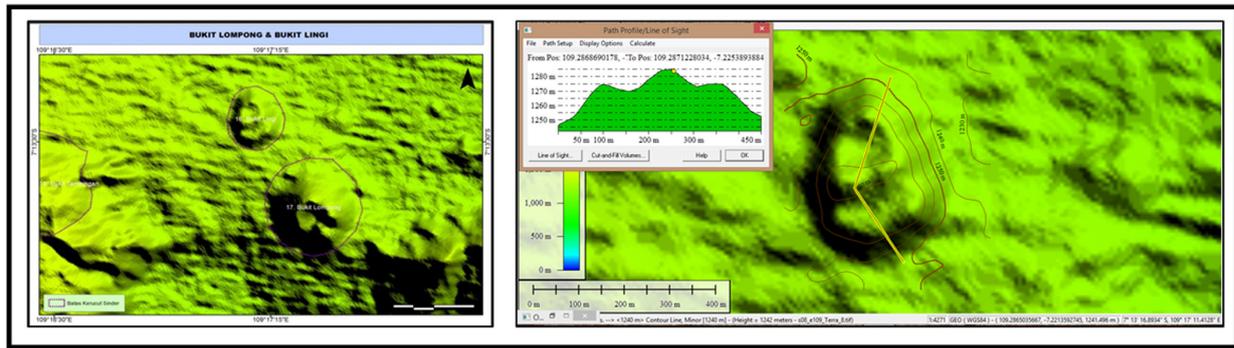
Gambar 7. Peta citra Terrasar yang menunjukkan sebaran kerucut sinder. Tanda kotak merah merupakan kerucut sinder yang dipilih untuk dilakukan analisis.

Di bawah ini merupakan perhitungan kelas kerucut dari lima kerucut sinder yang telah dipilih. Pertama, Kerucut Sinder Bukit Lingi/Pisang. Kerucut ini terletak di Kutabawa, Desa Karangreja. Pada peta sebaran kerucut sinder, letak kerucut Bukit Lingi berada di tubuh Gunung Slamet (letusan lereng) dan hadir secara soliter (Gambar 8). Dapat dilihat jelas dari citra TerraSar, kerucut ini memiliki bentuk yang cukup simetris dengan relief yang halus (Gambar 9), tetapi bentuk kerucut ini *flattened* dan membulat (Gambar 8 dan 9). Bentuk kerucut yang

demikian menandakan tingkat erosi yang cukup tinggi. Berdasarkan perhitungan peta TerraSar, kerucut ini memiliki tinggi 45 m, diameter alas 494 m, diameter kawah 100-150 m dan nilai rata-rata sudut lereng sebesar 21,342. Rasio H/Wco menghasilkan nilai 0,11. Kerucut ini memiliki kawah memanjang (*elongated*) yang terlihat tidak dalam dan curam. Berdasarkan beberapa karakteristik ini, maka Kerucut Sinder Bukit Lingi/Pisang dimasukkan ke dalam kelompok kerucut 2.



Gambar 8. Kenampakan Kerucut sinder Bukit Lingi/Pisang di lapangan.

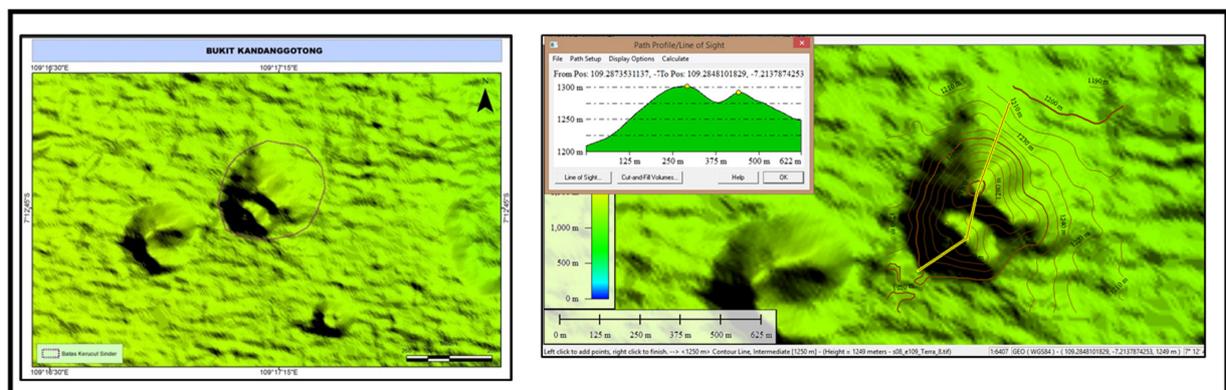


Gambar 9. Peta Kerucut Sinder Bukit Lingi, (kiri) Peta TerraSar yang menunjukkan karakteristik morfologi Kerucut Sinder Lingi, Kerucut sinder ditandai dengan lingkaran berwarna ungu. (Kanan) Perhitungan morfometri Kerucut Sinder Lingi.



Gambar 10. Kenampakan Bukit Kandanggotong di lapangan.

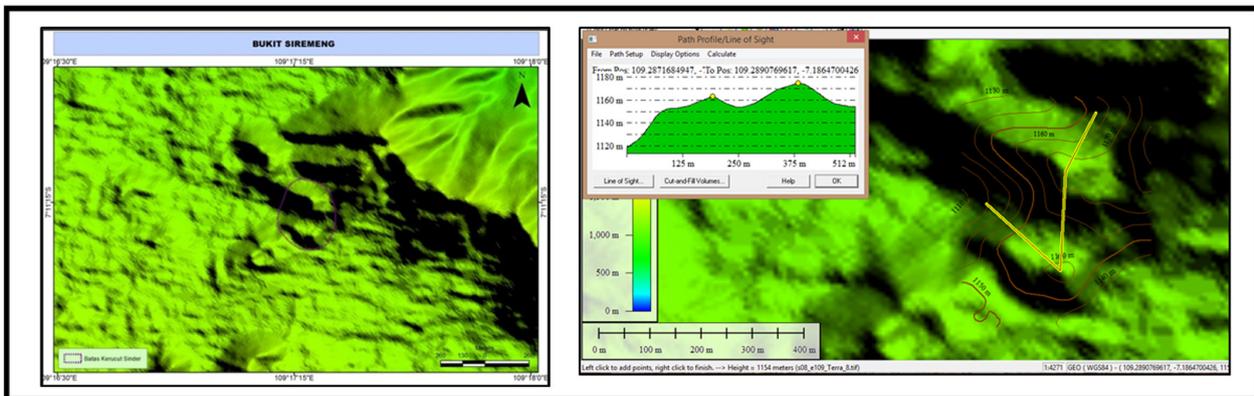
Kedua, Kerucut Sinder Bukit Kandanggotong. Kerucut ini terletak di daerah Pulosari. Pada peta sebaran kerucut sinder, letak kerucut Bukit Kandanggotong berada di tubuh Slamet dan hadir secara soliter (Gambar 10). Dapat dilihat dari citra TerraSar, kerucut ini memiliki bentuk yang cukup simetris dengan relief yang halus (Gambar 11), dan bentuk kerucut masih jelas. Berdasarkan perhitungan peta TerraSar, kerucut ini memiliki tinggi 90 m, diameter alas 494 m, diameter kawah 130 m dan nilai rata-rata sudut lereng sebesar 19,385. Pada Gambar 11, penampang kerucut sinder merupakan perwakilan dari beberapa penampang yang dithitung nilai sudut lerengnya untuk kemudian di rata-ratakan. Rasio H/Wco menghasilkan nilai 0,182. Kerucut ini memiliki satu buah kawah yang masih terlihat jelas pada peta citra (Gambar 11). Kawah terlihat cukup dalam dan curam. Berdasarkan beberapa karakterstik ini, maka Kerucut Sinder Bukit Kandanggotong



Gambar 11. Peta Kerucut Sinder Bukit Kandanggotong, (kiri) Peta TerraSar yang menunjukkan karakteristik morfologi Kerucut Sinder Kandanggotong, Kerucut sinder ditandai dengan lingkaran berwarna ungu. (Kanan) Perhitungan morfometri Kerucut Sinder Kandanggotong.



Gambar 12. Kenampakan Kerucut sinder Bukit Siremeng di lapangan.



Gambar 13. Peta Kerucut Sinder Bukit Siremeng, (atas) Peta TerraSar yang menunjukkan karakteristik morfologi Kerucut Sinder Siremeng, kerucut sinder ditandai dengan lingkaran berwarna ungu. (Bawah) Perhitungan morfometri Kerucut Sinder Siremeng.

dimasukkan ke dalam kelompok kerucut 1.

Ketiga, Kerucut Sinder Bukit Siremeng. Kerucut ini terletak di Kutabawa, Desa Karangreja. Pada peta sebaran kerucut sinder, letak kerucut Bukit Siremeng berada di tubuh Slamet dan hadir secara berkelompok. Dilihat dari citra TerraSar, kerucut ini memiliki bentuk kerucut yang sudah tidak simetris (Gambar 12), bentuk kawah yang sudah terpotong di lapangan (Gambar 12) dan bentuk kawah tidak jelas pada citra (Gambar 13). Berdasarkan perhitungan peta TerraSar, kerucut ini memiliki tinggi 90 m, diameter alas 250 m, diameter kawah 100-200 m dan nilai rata-rata sudut lereng sebesar 13,424. Rasio H/W<sub>co</sub> menghasilkan nilai 0,240. Berdasarkan beberapa karakteristik ini, maka Kerucut Sinder Bukit Siremeng dimasukkan ke dalam kelompok kerucut 4.

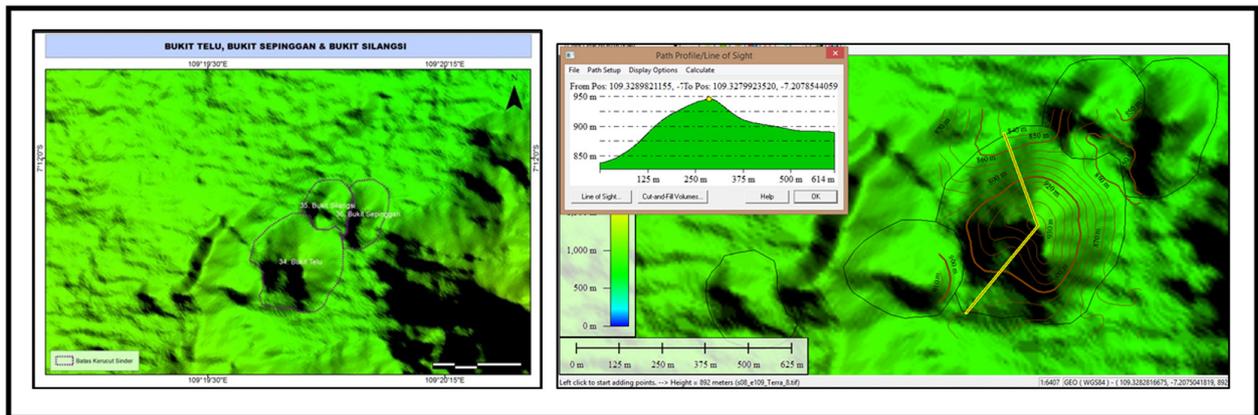
Keempat, Kerucut Sinder Bukit Telu/Rampak. Kerucut ini terletak di Sibayak, Desa Kepetek. Pada peta sebaran kerucut sinder, letak kerucut sinder

Bukit Telu berada di kaki Slamet dan hadir secara berkelompok. Dilihat dari citra TerraSar, kerucut ini memiliki bentuk yang cukup simetris dengan relief yang halus (Gambar 14 dan 15). Berdasarkan perhitungan peta TerraSar, kerucut ini memiliki tinggi 70 m, diameter alas 350 m, diameter kawah 120 m dan nilai rata-rata sudut lereng sebesar 25,396. Rasio H/W<sub>co</sub> sebesar 0,200. Kerucut ini memiliki satu buah kawah yang terlihat jelas pada peta citra. Di lapangan maupun pada citra, bentuk kawah masih terlihat sempurna (Gambar 14) dan juga dalam. Arah bukaan kawah mengarah ke barat daya (Gambar 15). Seluruh aspek morfometri kerucut sinder Bukit Telu mengarahkan kerucut ini sebagai kelas 1.

Kelima, Kerucut Sinder Bukit Batusanggar/Rancakele. Kerucut ini terletak di Desa Sarangan. Pada peta sebaran kerucut sinder, letak kerucut sinder Bukit Batusanggar/Rancakele berada di kaki Slamet dan hadir secara soliter (Gambar 16).



Gambar 14. Kenampakan kerucut sinder Bukit Telu di lapangan. Gambar kiri menunjukkan bentuk kerucut sinder yang masih jelas terlihat. Gambar kanan menunjukkan kawah kerucut sinder Bukit Telu.



Gambar 15. Peta Kerucut Sinder Bukit Telu, (atas) Peta TerraSar yang menunjukkan karakteristik morfologi Kerucut Sinder Telu, kerucut sinder ditandai dengan lingkaran berwarna ungu. (Bawah) Perhitungan morfometri Kerucut Sinder Telu.

Dilihat dari citra TerraSar, kerucut ini memiliki bentuk yang sudah tidak simetris dan relief yang agak kasar (Gambar 17). Berdasarkan perhitungan peta citra TerraSar, kerucut ini memiliki tinggi 110 m, diameter alas 600 m, diameter kawah 120 m dan sudut lereng sebesar 23,597. Nilai rasio  $H/W_{co}$  sebesar 0,183. Kerucut ini memiliki satu buah kawah yang terlihat jelas pada peta citra. Bentuk kerucut masih jelas tetapi sudah *flattened*. Bentuk

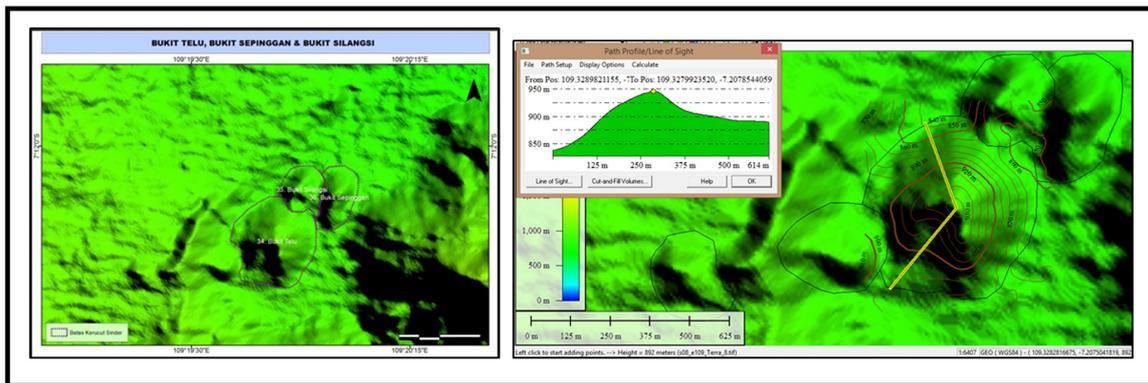
kawah terlihat tetapi kurang jelas. Bentuk kawah pada citra tidak dalam, kemungkinan sudah terisi material letusan. Hal ini menunjukkan tingkat erosi lanjut. Seluruh aspek morfometri kerucut sinder ini mengarah kepada kelas kerucut 3.

Dari kelima kerucut sinder yang dianalisis, dua kerucut masuk ke dalam kelas 1, yakni kerucut sinder Bukit Kandanggotong dan Bukit Telu. Kerucut sinder Bukit Lingsi masuk ke dalam kelas kerucut 2. Kerucut sinder Bukit Batusanggar masuk ke dalam kelas 3, dan Kerucut Sinder Bukit Siremeng masuk ke dalam kelas 4.

Kerucut dengan tingkat erosi tertinggi masuk ke dalam kelas 4, yaitu kerucut sinder Bukit Siremeng. Kerucut ini berada pada tubuh Slamet dengan karakteristik bentuk kawah yang sudah tidak terlihat, bentuk kerucut yang sudah tidak sempurna, relief yang kasar. Nilai sudut lereng kerucut Bukit Siremeng pun paling rendah di antara keempat kerucut lainnya, yakni 13,424. Kelas kerucut I dimiliki oleh kerucut sinder Bukit Kandanggotong yang terletak di tubuh Slamet dan Bukit Telu yang terletak di kaki Slamet. Nilai rasio  $H/W_{co}$  dari kedua bukit ini pun hampir sama, tetapi



Gambar 16. Kenampakan Kerucut Sinder Bukit Batusanggar pada lapangan.



Gambar 17. Peta Kerucut Sinder Bukit Batusanggar, (kiri) Peta TerraSar yang menunjukkan karakteristik morfologi Kerucut Sinder Batusanggar, Kerucut sinder ditandai dengan lingkaran berwarna ungu. (Kanan) Perhitungan morfometri Kerucut Sinder Batusanggar.

Tabel 4. Klasifikasi Kelas Kerucut Sinder (Taylor, dr., 2003)

No	Lokasi	Kehadiran kerucut sinder	Bentuk kerucut	Diameter Kawah (Wcr) dalam meter	Diameter Basal (Wco) dalam meter	Tinggi Kerucut (H) dalam meter	Avg. Slope Angle	H/W (terra-Sar)	Bentuk kawah (vent)	Cone Relief	Volume Kerucut (km <sup>3</sup> )	Kelas Kerucut
1	Kerucut Sinder Lingi (no 16) SP 30	soliter, di lereng Gunung Slamet (fasies medial)	Jelas, Bentuk Flat-tened	100-150	350	55	21,34	0,157	ada, jelas	smooth	1764,6	2
2	Kerucut Sinder Kandang-gotong (no 10) SP 33	soliter, di lereng Gunung Slamet (fasies medial)	Jelas, berbentuk cupk simetris	130	494	90	19,38	0,182	ada, jelas	smooth	5752,3	1
3	Kerucut Sinder Siremeng (no 3) SP 16	berkelompok, di lereng Gunung Slamet (fasies medial)	Tidak jelas	100-200*	250	60	13,42	0,240	tidak jelas	kasar	982,1	4
4	Kerucut Sinder Telu/Rampak (no 34) SP 41	soliter, di kaki Gunung Slamet (fasies distal)	Jelas, bentuk simetris	120	600	110	23,59	0,183	ada, jelas	smooth	10371,4	1
5	Kerucut Sinder Batusanggar (no 31) SP 18	berkelompok, di kaki Gunung Slamet (fasies distal)	Jelas, kurang simetris, flat-tened	120	350	70	25,39	0,200	ada, kurang jelas	agak kasar	2245,8	3

nilai sudut lereng kerucut Bukit Kandanggotong lebih rendah dibandingkan nilai sudut lereng Bukit Telu. Oleh karena itu, kerucut dengan intensitas erosi rendah dimiliki oleh kerucut sinder Bukit Telu dengan karakteristik bentuk kerucut yang paling baik, kawah kerucut yang jelas dan dalam, relief *smooth*, dan nilai sudut lereng 25,397 (nilai sudut lereng paling besar). Resume pembagian kelas kerucut sinder dapat terlihat pada tabel 4 di bawah ini.

Dilihat dari hasil resume di atas, yang paling menentukan pembagian klasifikasi kelas kerucut di kerucut sinder Slamet adalah analisis morfologi secara kualitatif. Parameter analisis kuantitatif seperti sudut lereng dan nilai rasio H/Wco saja tidak cukup untuk menentukan intensitas erosi. Terkadang ditemukan nilai rasio H/Wco yang rendah tetapi kenampakan bentuk kerucut dan bentuk kawah masih terlihat jelas dan baik. Dengan demikian, perlu dilihat parameter lain secara keseluruhan terutama parameter secara kualitatif. Namun, untuk parameter sudut lereng masih terlihat bahwa kelas kerucut 1 memiliki nilai sudut lereng yang paling besar (paling curam) dan kelas kerucut 4 memiliki sudut lereng yang kecil atau menandakan tingkat erosi yang tinggi. Letak kerucut sinder di tubuh maupun di kaki Slamet tidak berhubungan dengan hasil klasifikasi kelas kerucut. Dapat dikatakan bahwa intensitas erosi suatu kerucut sinder tidak berkaitan dengan posisi atau kemunculan kerucut sinder terhadap gunungapi utamanya.

## KESIMPULAN

Berdasarkan aspek morfologi dan morfometri seperti relief, bentuk kawah, bentuk kerucut, dan sudut lereng maka dapat ditentukan kelas dari sebuah kerucut sinder. Kelas kerucut ini menentukan intensitas erosi dari suatu kerucut. Hasil penelitian dari perwakilan lima buah kerucut sinder Gunung Slamet, didapatkan hasil kerucut sinder Bukit Telu merupakan kerucut sinder kelas 1 dengan intensitas erosi yang paling rendah. Hal ini dikarenakan bentuk kerucut yang masih sempurna, kawah yang masih terlihat jelas dan dalam pada citra, serta nilai sudut lereng yang paling tinggi. Sementara itu, kerucut dengan intensitas erosi paling tinggi adalah kerucut sinder Bukit Siremeng yang masuk ke dalam kelas kerucut 4.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Bapak Iwan Kurniawan dan Bapak Johan Budi Winarto yang telah memberikan izin dalam melakukan penelitian di lokasi ini serta rekan-rekan di Museum Geologi yang telah memberi masukan dan membantu dalam pengumpulan data di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aswin D., Sutawidjaja I. S., Sitorus K., Dana I. N. and Wahyudin D., 1984. *Laporan Kemajuan II Pemetaan Geologi Gunungapi Slamet, Jawa Tengah*. Dit. Vulkanologi.
- Bemmelen, R.W. van, 1949. *The Geology of Indonesia*, Vol. IA. Martinus Nijhof, The Hague.
- Bronto, S., 2010. *Geologi Gunungapi Purba*. Badan Geologi, Bandung.
- McGetchin, T. R., Settle, M., and Chouet, B.H., 1974. Cinder cone growth modeled after Northeast crater, Mt. Etna, Sicily. *Journal of Geophysical Research*, 79, p. 3257-3272.
- Museum Geologi, 2018. *Laporan Kegiatan Penelitian Karakteristik dan Genesa Batuan Kompleks Vulkanik Gunung Slamet Daerah Bobotsari Kabupaten Purbalingga Provinsi Jawa Tengah*. Seksi Dokumentasi dan Konservasi Museum Geologi Bandung, Badan Geologi. (Tidak diterbitkan).
- Pardiyanto, L., 1971. *Berita Berkala Vulkanologi*. Edisi khusus G. Slamet No. 122. Direktorat Vulkanologi.
- C., 1972. Distribution, morphology and size frequency of cinder cones on Mauna Kea volcano, Hawaii. *Geological Society of America Bulletin*, 83, p. 3607-3612.
- Settle, M., 1979. The structure and emplacement of cinder cone fields. *American Journal of Science*, 279, p. 1089-1107.
- Sutawidjaja, I. S., Aswin, D., and Sitorus, K., 1985. *Peta Geologi Gunungapi Slamet, Jawa Tengah, skala 1: 50.000*. Dit. Vulkanologi.
- Sutawidjaja, I. S. dan Sukhyar, R. 2009. Cinder cones of Slamet Volcano, Central Java, Indonesia. *Jurnal Geologi Indonesia*. Vol. 4. 1 : 57-75.
- Vukadinovic, D., dan Sutawidjaja, I. S., 1995. Geology, mineralogy and magma evolution of Slamet Volcano, Java, Indonesia. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*,

Vol. I I. 2 :135-164.

Taylor, S.B., Templeton, J.H., dan Giles, D.E.L., 2003. Cinder Cone Morphometry and Volume Distribution at Newberry Volcano, Oregon: Implications for Age Relations and Structural Control on Eruptive Process (Abstracts with Programs). *Geological Society of America*, Vol. 35, Issue 6, p. 421.

Taylor, S.B., 2007. *Morphology and Spatial Distribution of Cinder Cones at Newberry Volcano, Oregon: Implications for Relative Ages and Structural Control on Eruptive Process*. Geological Society of America-Spring 2007 Cordilleran Section Meeting, Bellingham, Washington. Earth and Physical Sciences Department, Western Oregon University.