

Tantangan menentukan frekuensi dan besarnya letusan eksplosif dengan stratigrafi

Amara Nugrahini

Program Studi Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi : amarasttnas@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan dengan metode utama berupa survei geologi lapangan, dengan penekanan pada aspek stratigrafi gunung api. Pekerjaan lapangan yang dilakukan adalah pengamatan geologi dan deskripsi singkapan batuan, pengukuran ketebalan lapisan serta sampling conto batuan. Deskripsi geologi dilakukan untuk memahami karakteristik satuan batuan gunung api Fase I pada Formasi Semilir di daerah penelitian. Hasil penelitian yang diharapkan adalah pemahaman aktifitas gunung api masa kini sehingga dapat membantu pemahaman aktifitas gunung api purba di daerah penelitian yaitu dengan melakukan penelitian gunung api purba serta melakukan identifikasi karakteristik satuan batuan di daerah kajian. Peta stratigrafi rinci akan dibuat untuk mengetahui karakteristik batuan. Luaran yang diharapkan dalam penelitian ini adalah laporan penelitian, pengayaan bahan ajar di bidang Stratigrafi Gunung api dan vulkanologi maupun artikel pada seminar nasional.

Kata kunci: batuan gunung api, unit letusan, Formasi Semilir

1. PENDAHULUAN

Melalui beberapa dekade studi lapangan dan analisis laboratorium, Formasi Semilir memiliki salah satu stratigrafi erupsi paroksimal yang terkenal, namun frekuensi dan besarnya letusan sebelumnya masih belum diteliti dengan baik. Penilaian bahaya berdasarkan model-model letusan baru-baru ini yang terkenal dan dipetakan dengan baik tampaknya masih memiliki ketidakpastian yang rendah, Tetapi mungkin bisa oleh sifat kejadian-kejadian tersebut. Kami menyajikan stratigrafi komprehensif dari endapan letusan eksplosif yang menggabungkan data baru yang dikumpulkan sebagai bagian dari penelitian ini. Untuk pertama kalinya kami dapat memodelkan tujuh peristiwa letusan yang terpapar pada tebing Baturagung di Gunung Semilir. Dengan memodelkan volume dan besaran letusan Miosen tengah pra-sejarah, kami dapat meningkatkan estimasi kisaran potensi besarnya letusan eksplosif di masa depan, yang dapat dimasukkan ke dalam penilaian bahaya untuk masyarakat terdekat. Berdasarkan penelitian baru-baru ini kami menunjukkan bahwa volume ini mungkin tidak diperhatikan atau diremehkan oleh setidaknya urutan besarnya, dan menunjukkan bahwa bahkan dengan stratigrafi yang terdefinisi dengan baik, pemahaman kita tentang berbagai letusan eksplosif masih bias. Batuan piroklastik merupakan bagian dari batuan vulkanik. Batuan fragmental yang secara khusus terbentuk oleh proses vulkanik eksplosif (letusan).

Gunung api meletus hakikatnya adalah proses alamiah, yakni untuk mencari keseimbangan alam dari tubuh magma yang ada di perut bumi. Dalam keadaan seimbang, gunung api tidak akan meletus. Akan tetapi, saat keadaannya tidak stabil, misalnya karena volume magmanya terlalu penuh atau terdapat sumbatan pada jalur magmatiknya, maka gunung api itu baru akan meletus.

Karena itu, mengetahui dinamika gunung api dari riset secara intensif diharapkan dapat memberikan gambaran pola letusan dan interval siklus erupsi. Lebih jauh juga diharapkan bukan saja dapat memprediksi kekuatan letusan tapi juga siklus dan momentum waktunya.

Volcanic Explosivity Index atau biasa disingkat VEI adalah ukuran relatif dari letusan gunung berapi. Metodologi ini dirumuskan Chris Newhall dari States Geological Survey dan Stephen Self dari University of Hawaii pada 1982. penemuan indeks ini, secara relatif dimungkinkan untuk diperbandingkan antara letusan gunung berapi eksplosif yang satu dengan lainnya.

Karakteristik utama yang digunakan untuk menentukan skala VEI adalah volume material piroklastik yang dikeluarkan saat erupsi. Bahan piroklastik ialah termasuk abu vulkanik, tephra, aliran piroklastik, dan jenis material lontar lainnya. Selain itu, ketinggian kolom erupsi dan durasi erupsi juga jadi pertimbangan dalam menetapkan level erupsi pada skala VEI.

Ada sembilan skala VEI, yaitu dari skala 0 hingga skala 8. Dengan pengecualian skala 0, skala 1 dan skala 2, maka skala tersebut dibuat dengan asumsi penghitungan logaritmik. Yang mana setiap kenaikan

tingkat skala berarti mewakili terjadinya peningkatan sepuluh kali lipat. Baik itu terkait kekuatan daya ledakan maupun volume material lontar yang dikeluarkan.

Merujuk sumber volcanoes.usgs.gov, skala 0 merupakan erupsi bersifat efusif (lelehan), di mana erupsi itu hanya melontarkan material vulkanik kurang dari 100 meter kubik. Skala 1 menghasilkan material lontar antara 100 meter kubik hingga 1 kilometer kubik. Skala 2 menghasilkan material lontar sebanyak 1-5 kilometer kubik. Skala 3 menghasilkan 3-15 kilometer kubik.

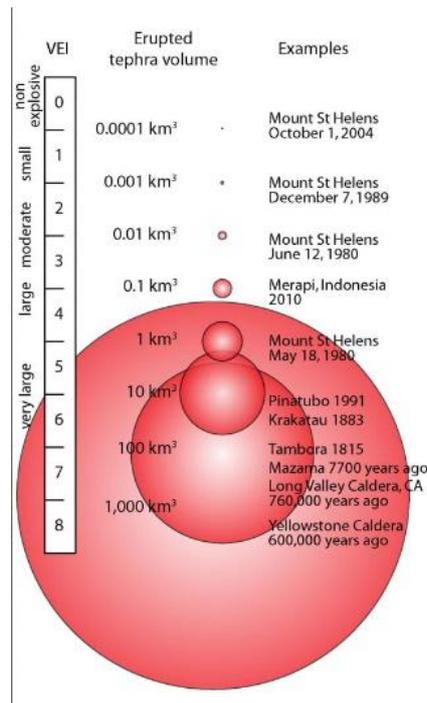
Pada skala 2 tingkat, VEI memberikan deskripsi erupsi sebagai 'eksplosif', dan pada skala 3 masuk deskripsi 'bencana' (catastrophic). Erupsi skala 8 VEI, dikatakan daya letusan itu memuntahkan material lontar hingga 1.000 kilometer kubik dengan tinggi kolom letusan lebih dari 20-25 kilometer (66.000 kaki) ke udara.

Erupsi gunung api pada skala 8 VEI, melekatkan deskripsi lain, yaitu 'mega kolosal'. Inilah yang disebut erupsi "supervolcano".

Di bawah itu, yaitu skala 7 disebut 'super kolosal'. Diasumsikan secara teoritis, erupsi itu melontarkan material lontar hingga 100 kilometer kubik. Di bawahnya lagi, skala 6 dinamai 'kolosal', melontarkan sebesar 10 kilometer kubik. Sementara di atas skala 8, sejauh ini menurut penelitian para ahli geologi belum pernah terjadi letusan gunung api hingga mencapai tingkatan skala 9 di dunia.

Menariknya, skala VEI ini bukan saja dapat digunakan untuk mengukur pada kasus letusan baru-baru ini, melainkan juga dapat mengukur letusan bersejarah yang telah terjadi ribuan hingga jutaan tahun yang lalu. Sekalipun untuk kemampuan estimasi pembacaan ke masa lalu hingga jutaan tahun lalu, tingkat akurasinya sering dikritik oleh para vulkanolog sebagai belum baik.

Selain itu, skala VEI juga mampu memberikan analisis frekuensi erupsi gunung-gunung api berdasarkan tingkat daya eksplosifnya. Semakin rendah levelnya, frekuensi kemungkinannya nisbi semakin sering. Sebaliknya semakin tinggi levelnya maka frekuensi kemungkinannya akan memakan periode siklus semakin lama.



Gambar 1. Klasifikasi besarnya letusan

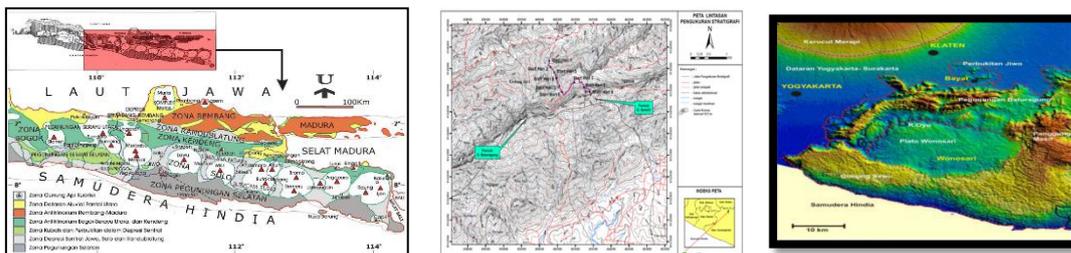
2. METODE PENELITIAN

Frekuensi dan besarnya letusan Formasi Semilir dapat dikaji dengan menggunakan metode analisis pengukuran penampang stratigrafi rinci. dan nilai Volcanic Explosivity Index (VEI)

Metode pengukuran penampang stratigrafi rinci akan membantu pemahaman pengelompokan satuan batuan dan berbagai analisis, interpretasi, karakterisasi satuan batuan pada Formasi Semilir. Sedangkan perhitungan dari besarnya material yang dikeluarkan oleh gunung api sewaktu meletus akan memberikan informasi mengenai kekuatan letusannya.

Lokasi dan Kesampaian daerah.

Lokasi penelitian berada pada lintasan Baturagung mulai dari Sungai Cermo daerah Tegal Rejo kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta. Secara Geografis terletak pada 461. 143 sampai 463.124 Bujur Timur dan 9.133/595 sampai 9.136. 769 Lintang Utara Gambar 1. Daerah ini bias dicapai dengan menggunakan kendaraan roda empat dari jalan raya bayat dan dilanjutkan dengan jalan kaki melalui tebing Baturagung menuju Gunung Semilir. Ketinggian Gunung Semilir mencapai 700 meter diatas muka laut.



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian (kotak merah menunjukkan lokasi penelitian).

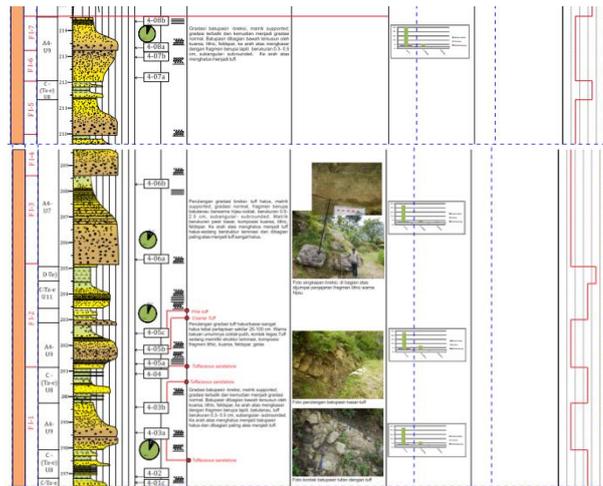
3. HASIL DAN ANALISIS

Kajian dengan menggunakan metode analisis pengukuran penampang stratigrafi rinci dan nilai Volcanic Explosivity Index (VEI). Menghasilkan frekuensi dan besarnya letusan Fase 1 pada Formasi Semilir

Secara stratigrafi endapan tephra ini membentuk lapisan batuan gunung api paling bawah pada stratigrafi Formasi Semilir yang terpapar di tebing Baturagung bagian bawah pada awalnya menggambarkan unit unit ini sebagai Fase pertama (1) , diukur pada tebing Baturagung dengan variasi ketebalan dari 5 meter hingga 1,3 meter. Namun, Fase 1 ini terdiri dari tiga horizon berbutir kasar, bergradasi normal yang kaya litik batulanau, lapilli yaitu pada unit 3,4 dan 5 yang diteruskan oleh endapan berikutnya yang berbutir halus pada unit 6 dan 7 yang kaya akan abu. Dan menindih batuan berfraksi halus unit 1 dan 2. Berdasarkan petrologi, mengidentifikasi dua endapan tephra jatuhan yang berbeda dalam Fase 1 yang di interpretasikan sebagai hasil dari peristiwa jatuhan pada unit 1 ke 2 dan 6 ke 7. Secara stratigrafi di bawah Unit 3 adalah deposit abu berbutir halus (unit 1 ke 2 dan di atasnya pada unit 6 ke 7 dengan ketebalan pada unit 1 adalah 5meter dan unit 2 setebal 4 meter dan di atasnya unit 6 dan 7 dengan ketebalan masing masing 1,3 meter , diukur pada lokasi pengukuran stratigrafi terukur Baturagung – Gunung Semilir.

Berdasarkan kontak planar antar unit dan tidak adanya palaeosol, menggambarkan endapan-endapan ini sebagai hasil dari serangkaian erupsi yang diasumsikan dengan jarak yang sama dari pusat letusan sampai tempat di endapkan atau hal ini terjadi pada satu peristiwa. Unit-unit ini memiliki komposisi mulai dari tuf halus, tuf kasar dan tuf litik dengan litik berupa batuan beku andesit dan batulanau. namun, kontak antara Unit unit tersebut adalah planar yang menunjukkan suksesi erupsi yang sangat dekat .

Berdasarkan pengukuran stratigrafi terperinci menggunakan kombinasi pemetaan lapangan, petrologi, pengukuran stratigrafi rinci menafsirkan stratigrafi pada Fase I, dari sekitar umur N9 – N14, Melalui interpretasi kami terhadap stratigrafi, telah menjadi jelas bahwa unit-unit ini lebih kompleks daripada yang diperkirakan sebelumnya. , dengan banyak frekuensi letusan selama pembentukan Fase I. Gambar 2 di bawah ini memperlihatkan pengukuran stratigrafi rinci Fase I letusan gunung api.



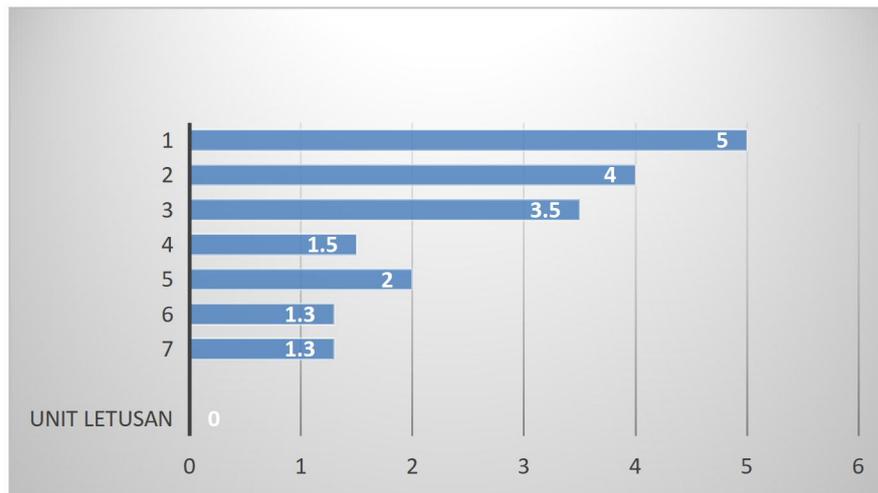
Gambar 2. Urutan Stratigrafi Fase I Formasi Semilir

Rekonstruksi letusan eksplosif Fase I

Estimasi volume dihitung menggunakan penipisan dari endapan yang setara dengan volume minimum yang diestimasi oleh Tephra thepra tersebut, yang disajikan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Ketebalan batuan gunung api pada setiap unit letusan

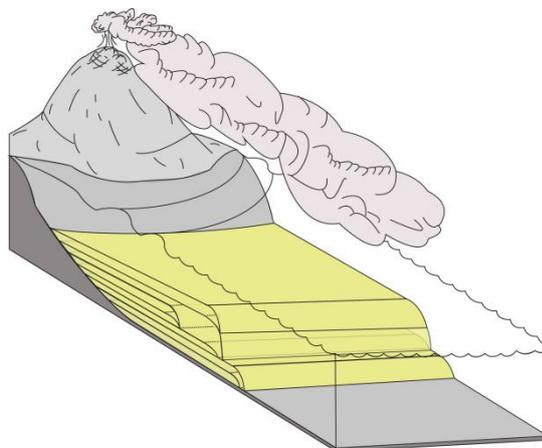
Unit letusan	Ketebalan batuan gunung api (meter)
7	1,3
6	1,3
5	2
4	1,5
3	3,5
2	4
1	5



Gambar 3. Histogram ketebalan batuan gunung api pada unit erupsi dalam Fase I

Gambar 3 diatas menunjukkan kisaran ketebalan dan ekstrem atas dan bawah dari unit satu sampai tujuh total massa erupsi (km³). Ketebalan setiap unit erupsi yang berbeda dapat menghasilkan endapan yang diamati. Massa erupsi total lebih mudah dibatasi karena distribusi ketebalan dan ukuran

butir deposit bergantung pada massa erupsi. Gambar 4 dibawah ini memperlihatkan urutan unit letusan Fase I.



Gambar 4. Ilustrasi pengendapan dari unit letusan Fase I

Dispersi Tephra

Peta dispersi Tephra berdasarkan bidang baru kami dan korelasi mengungkapkan bahwa sumbu utama dispersi adalah ke tenggara, selatan dan barat daya. Ini konsisten dengan hasil pelamparan Formasi Semilir.

Gambaran dispersi Tephra dari unit 1 sampai 7 yang dihasilkan memperkirakan ketebalan abu 4 meter–5 meter untuk masing-masing unit 1 ke 2, sedangkan unit 3, 4 dan 5 membuatnya rentan terhadap abu yang jatuh dari potensi kekuatan angin yang lebih besar dengan mengeluarkan litik berupa batuan beku dan batulanau bukan kekuatan yang lebih besar karena letusan yang terbesar pada unit 1 dan disusul kemudian unit 2. Pada unit letusan ke 6 dan 7 butiran menghalus berupa tuff halus setebal 2 x 1,3 meter.

Kami telah menghitung pada lokasi sepanjang sumbu dispersi dari sungai Cermo d desa Tegalrejo kearah selatan pada tebing Baturagung menuju Gunung Semilir untuk letusan Volcanic Explosivity Index (VEI; Newhall dan Self, 1982) Unit letusan 1 sampai 7. Menurut hasil pemodelan, hanya dengan menggunakan catatan geologis, ledakan Unit 1 adalah VEI 5 dengan kisaran massa erupsi ($55\text{km} \times 25\text{km} \times 5\text{m} = 6,875 \text{ km}^3$). Unit 2 adalah peristiwa VEI 5 ($55\text{km} \times 25\text{km} \times 4\text{m} = 5,500 \text{ km}^3$), sedangkan erupsi unit 3 adalah peristiwa VEI 5 ($55\text{km} \times 25\text{km} \times 3,5\text{m} = 4,8125 \text{ km}^3$) unit letusan 4 adalah peristiwa VEI 5 ($55\text{km} \times 25\text{km} \times 1,5\text{m} = 2,0625 \text{ km}^3$), Unit letusan 5 adalah peristiwa VEI 5 ($55\text{km} \times 25\text{km} \times 2\text{m} = 2,750 \text{ km}^3$), Unit letusan 6 dan 7 adalah peristiwa VEI 5 ($55\text{km} \times 25\text{km} \times 1,3\text{m} = 1,7875 \text{ km}^3$).

Dari hasil yang telah dikemukakan diatas pemahaman mengenai frekuensi unit letusan dari hasil pengukuran stratigrafi terukur secara rinci memperlihatkan aktifitas gunung api purba telah terjadi letusan sebanyak tujuh (7) kali unit letusan, di mana letusan ke 3, 4 dan 5 menghasilkan batuan gunung api yang kaya litik, Pada unit 1 dan 2 yang ada dibawahnya mempunyai butiran halus sebagai tuf halus demikian juga pada unit 6 dan 7.

Dari perhitungan besarnya volume material yang di keluarkan semuanya mempunyai nilai VEI pada skala 5, akan tetapi kekuatan letusan terbesar terjadi pada unit pertama dan disusul unit ke dua. Dari besaran nilai VEI terdapat ukuran besar butir yang lebih besar pada unit 3, 4 dan 5 hal ini menandakan ada factor lain yang menyebabkan perbedaan tersebut. Dengan melihat ukuran besar butir yang lebih besar dari lapisan yang mengalasi dan unit letusan yang menindih mungkin ada factor perbedaan kekuatan angin yang membawa material gunung api dimana pada unit ke 3, 4 dan 5 kekuatannya lebih besar sehingga membawa material yang lebih halus kearah lebih jauh.

4. KESIMPULAN

Dari pengukuran Stratigrafi rinci dan perhitungan besarnya material gunung api yang dikeluarkan (nilai VEI) pada satuan batuan Gunung api Fase I dalam Formasi Semilir adalah:

1. Fase letusan I dalam Formasi Semilir menghasilkan 7 (tujuh) frekuensi Unit letusan.
2. Besarnya letusan Fase I pada Formasi Semilir yang terbesar pada Unit 1 disusul pada unit 2 dan terkecil pada Unit 6 dan 7.
3. Semua Unit letusan mempunyai nilai Volcanic Exsplosivity Indeks 5
4. Di interpretasikan telah terjadi perubahan kekuatan angin menjadi lebih besar pada Unit letusan ke 3, 4 dan 5.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akmaluddin, Setijadji, D.L., Watanabe, K., and Itaya, T. 2005. New Interpretation on Magmatic Belts Evolution During the Neogene- Quarternary Periods as Revealed from Newly Collected K-Ar Ages from Central-East Java, Indonesia. Proceedings Joint Convention Surabaya- HAGI-IAGI-PERHAPI, Surabaya.
- [2] Armijos, M.T., J. Phillips, E. Wilkinson, J. Barclay, A. Hicks, P. Palacios, P. Mothes, and J. Stone. 2017. Adapting to changes in volcanic behaviour: Formal and informal interactions for enhanced risk management at Tungurahua Volcano, Ecuador. Global Environmental Change, Volume 45, Pages 217-226.
- [3] Belizal, E. and Lavigne, F. 2015. Methods, spatial and temporal scales to
- [4] appraise volcanic environments in geography. Géomorphologie elief processus environnement 21 (3) : 201-203.
- [5] Bemmelen, R.W., 1949, The Geology of Indonesia, Vol. I A, General
- [6] Geology Of Indonesia and Adjacent Archipelagoes, Netherlands : Matinus
- [7] Nijhoff Wilson, M., 2007, Igneous Petrogenesis, A Global Tectonic
- [8] Approach, Netherlands : Springer Adjacent Archipelagoes, Netherlands .
- [9] Bothe, A.Gh.D. 1929. Djiwo Hills and The Southern Range: Fieldtrip Guide Book for 4th Pacific Science Congress, Bandung.