

Fisika Gunung Api : Mengapa Gunung Raung Meraung?

Kendid Mahmudi*, Enjang J. Mustopa, dan Lilik Hendrajaya

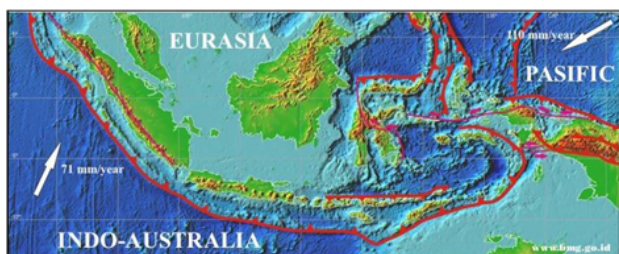
Abstrak

Deretan gunung api di Busur kepulauan Sumatra-Jawa-Nusatenggara dihasilkan oleh zone subduksi di mana Lempeng Eurasia diselusupi dan terangkat oleh Lempeng Indo-Australia. Gesekan antar kedua lempeng pada kedalaman sekitar 135 km menghasilkan lelehan (magma) yang naik keatas ke daerah ekstensi cari dan hasilkan retakan ke atas dan muncul permukaan menjadi gunung api. Jalan magma keatas suatu waktu tertutup/terekat oleh magma, sehingga magma mencari jalan lain sehingga terbentuk gunung api baru lebih muda. Gunung Raung termasuk gunung api yang telah mempunyai kaldera, sehingga kantung magmanya agak dangkal dari dasar kalderanya. Perjalanan magma ke puncak bisa terdeteksi getarannya oleh seismograf di permukaan. Dengan mempelajari karakter aliran, getaran dan rekaman seismogramnya, status kegiatan gunung dapat diketahui. Adanya danau dan air tanah di sekitar kawah, maka Raung akan secara berkala akan mengembuskan uap air (erupsi freatik). Pemelajaran lanjut akan dilakukan untuk menentukan tingkat bahaya Raung.

Kata kunci: gunung api subduksi, episod erupsi, tingkat bahaya

Pendahuluan

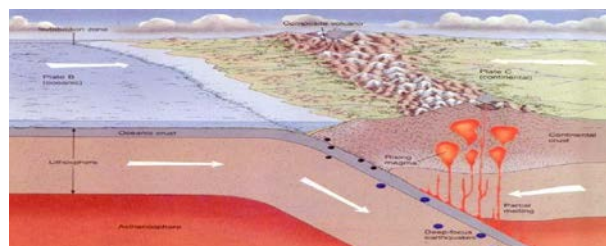
Gunung api merupakan bagian alam yang banyak dijumpai di daerah Indonesia. Bahkan Indonesia banyak memiliki gunung api yang sudah tidak aktif atau yang sering kita sebut gunung mati. Dimana tanda kebesaran hasil tinggalkan yang sangat nyata akibat adanya erupsi gunung api yang dahsyat dengan adanya perbukitan yang kebanyakan hasil erupsi dari gunung api. Erupsi gunung api dapat dipicu oleh beberapa hal, baik pergeseran lempeng maupun interaksi antar gunung api. Indonesia merupakan negara yang memiliki ribuan pulau dan memiliki banyak gunung api yang aktif dalam pulau tersebut. Pertemuan tiga lempeng (Triple Junction) inilah yang membentuk Indonesia banyak timbul gunung api. Deretan gunung api di Indonesia terletak pada busur mulai dari Sumatera, Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara. Hal ini tampak pada peta tektonik pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Tektonik Indonesia^[1]

Pertemuan Lempeng tersebut yang memicu timbulnya gunung-gunung api di daerah yang membentang dari Sumatera, Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara. Selain itu proses gunung api

yang muncul di Indonesia dapat terlihat seperti skema Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Skema Pembentukan Gunung Api^[2]

Berdasarkan skema tersebut terlihat bahwa proses subduksi antara lempeng satu dengan lempeng yang lain akan menghasilkan lelehan magma yang akan mencari celah-celah atau retakan lempeng untuk menjalar ke permukaan. Gunung Raung merupakan salah satu gunung strombolian yang aktif dimana gunung ini memiliki kaldera dan memiliki riwayat erupsi yang panjang. Selain itu gunung Raung ini mempunyai riwayat ledakan erupsi yang dahsyat pada ratusan tahun yang lalu. Sedangkan pada lingkungan masyarakat sekitar gunung Raung kurang begitu paham akan adanya manfaat gunung Raung. Hal ini dibuktikan kurangnya pengembangan jenis-jenis tanaman yang mendukung untuk komoditas ekspor di lingkungan gunung Raung. Selain dari hasil pertanian gunung Raung juga mendukung untuk pendidikan, dimana faktor pengembangan laboratorium fisika alam menjadi salah satu materi terbaik untuk fisika untuk gunung api.

Berdasarkan permasalahan yang didapat pada bagian diatas. Peneliti akan menentukan

bagaimana tingkat bahaya dari gunung Raung bagi masyarakat sekitar gunung Raung. Selain itu peneliti bertujuan untuk memberi penjelasan akan masyarakat yang kurang paham akan manfaat dari gunung api dan bagaimana solusi agar gunung api menjadi bermanfaat bagi masyarakat sekitar gunung api baik pendidikan dan peningkatan perekonomian.

Teori

Kompleks Gunung Raung tumbuh di atas batuan sedimen Kenozoikum. Vulkanismenya diperkirakan mulai terbentuk dalam periode waktu yang bersamaan dengan vulkanisme Gunung Iyang (Argopuro) pada kala Plistosen Atas (Bemmelen, 1949), atau sekitar 700.000 tahun yang lalu, bahkan lebih muda. Pada akhir kala Plistosen, sebagian tubuh Gunung Tengger Tua, Iyang, dan Ijen Tua (Gunung Kendeng) menggelincir ke arah cekungan geosinklin di sebelah utaranya sehingga menyebabkan terjadinya pelipatan endapan batuan sedimen Plio-Plistosen (Bemmelen, 1949). Gaya kompresi dan pelipatan di utara ini dikompensasikan oleh pergerakan sesar tarikan di Zona Solo. Selama Holosen gunung api muda pada Zona Solo terbentuk seperti Semeru, Lamongan, kerucut muda Kompleks Iyang-Argopuro, Ijen Tua (Ken deng), dan Raung. Gunung api muda ini tumbuh menutupi sesar mendatar, rekahan, dan gejala tensional lainnya yang terbentuk pada fase tektonik pendahuluan.^[4]

Berdasarkan skema pada Gambar 2 terlihat bahwa terdapat penyusupan lempeng yang satu dengan yang lain. Pada saat penyusupan material dan batuan yang terdapat pada lempeng tersebut, material dan batuan mencair. Saat mencair material dan batuan tersebut bertemperatur tinggi sehingga menjalar ke permukaan melalui retakan-retakan pada lempeng. Saat melalui retakan lempeng juga mendapatkan dorongan yang mengakibatkan kemunculan gunung api sendiri.

Gunung Raung ini sendiri merupakan salah satu gunung api strato aktif berbentuk kerucut terpancung, muncul di lereng barat kaldera ijen. Dominasi produknya berupa lava dan piroklastik sehingga morfologi hasil bentuknya menyajikan bentang alam kasar.^[3] Gunung Raung mulai erupsi dalam sejarah tercatat dimulai dari tahun 1586, 1597, 1638, 1953, dan 1956. letusan yang dahsyat dan diikuti dengan banjir besar dan aliran lahar yang melanda daerah sekitar bencana.^[3] Gunung api memiliki sifat slow in set. Artinya tidak akan tiba-tiba meletus. Ada tandanya sehingga status gunung punya tahapan yaitu dari normal kemudian menjadi waspada, siaga dan awas sesuai ancamannya.^[5]

Eksperimen dan pengamatan

Penelitian ini menggunakan analisis dekriptif berdasarkan sumber-sumber dan data pengamatan sementara pengamat dari pihak Vulkanologi dan Peneliti. Penelitian ini mengamati bagaimana proses dan aktivitas Gunung Raung dalam hal-hal tertentu untuk mempelajari apa yang terjadi pada Gunung Raung dengan tanda-tanda dan gejala yang ditunjukkan baik dari seismograf maupun tanda-tanda maupun gejala yang dapat terlihat oleh mata selanjutnya akan dianalisis dan di uraikan dengan konsep-konsep fisika yang mendukung untuk dapat memahami dan mengerti proses apa yang terjadi dalam Gunung Raung tersebut.

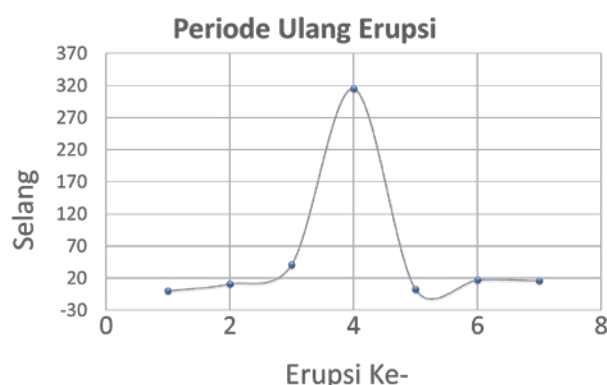
Daerah penelitian mencakup wilayah aliran erupsi dari gunung Raung berdasarkan zona yang ditentukan oleh petugas pemantau dari Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana alam. Daerah pengamatan meliputi Banyuwangi, Bondowoso dan Jember. Dimana aliran yang dominan terkena hasil erupsi yaitu wilayah jember meliputi Ledokombo, Kalisat dan Sumberjambe.

Peneliti juga memanfaatkan apa saja media yang terdapat dalam lingkungan Gunung Raung sebagai upaya pembelajaran Fisika yang kontekstual dan berasal dari alam. Lingkungan yang dapat diambil dari alam diantaranya yaitu Penentuan Ketinggian, Kecepatan Aliran Sungai, Menentukan percepatan Gravitasi pada Posisi Gunung Raung dan lain-lain.

Selain itu peneliti juga akan mengamati dan menganalisis jenis komoditas pertanian yang bernilai tinggi apa yang sangat cocok dalam wilayah gunung Raung sesuai dengan hasil material-material yang dikeluarkan oleh gunung Raung.

Hasil dan diskusi

Berdasarkan data yang diperoleh dari pihak Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, didapatkan periode ulang erupsi dari Gunung Raung pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Selang erupsi dan waktu erupsi.^[3]

Berdasarkan grafik hubungan selang erupsi dan waktu erupsi, didapatkan bahwa terjadi proses pengisian dari dapur magma sebelum erupsi membutuhkan waktu yang cukup lama. Selain itu berdasarkan grafik diatas juga dapat diperoleh jika gunung Raung dapat diprediksi memiliki potensi erupsi yang akan meningkat dari tahun sebelumnya. Selanjutnya untuk tingkat bahaya gunung Raung merupakan tipe gunung api yang terletak jauh dari pemukiman warga. Sehingga radius erupsi maupun luapan lahar dingin kurang membahayakan bagi masyarakat.

Berdasarkan proses pengumpulan magma dalam dapur magma dapat menjadikan proses pembelajaran yang dapat ditentukan menggunakan teori-teori dan sumber-sumber belajar fisika dalam penentuan waktu erupsi dari suatu gunung api. Sehingga Gunung Raung memiliki potensi sebagai laboratorium alam terutama pada bagian sekitar lereng yang memiliki beberapa sungai, dan sumber-sumber belajar fisika secara aplikatif.

Selain itu didapatkan analisis kandungan kimia dari batuan beku gunung Raung yang dapat dirinci seperti Tabel 1.

Tabel 1. Analisis kandungan kimia batuan beku gunung Raung.^[3]

Analisis Kimia Batuan Beku Gunung Raung	
SiO ₂	50,06
FeO	5,45
Fe ₂ O ₃	6,21
Al ₂ O ₃	17,61
FeO ₂	1,44
MnO	0,15
P ₂ O ₅	0,16
CaO	8,04
MgO	5,06
Na ₂ O	2,41
K ₂ O	1,39
S Total	0,68
H ₂ O	0,60
Hilang	1,25
Dibakar	

Berdasarkan Tabel 1 yang dapat kita lihat kandungan batuan beku yang berasal dari erupsi setelah diteliti dan di analisis kandungannya memiliki nilai yang tinggi pada unsur SiO₂ sebesar 50,06. Selanjutnya yang memiliki nilai terkecil yaitu kandungan kimia yang hilang dibakar yaitu sekitar 1,23.

Sedangkan untuk analisis pasir hasil luapan dari erupsi dianalisis kandungan kimia dan diperoleh seperti yang terlihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Kandungan Kimia Pasir dari hasil erupsi.^[3]

Analisis Kimia Pasir (Februari 1956)	
SiO ₂	50,92
Fe ₂ O ₃	7,78
FeO	2,30
Al ₂ O ₃	19,95
FeO ₂	1,43
S	0,05
CaO	8,40
MgO	3,29
MnO	0,17
K ₂ O	1,79
Na ₂ O	2,84
CO ₂	Tidak ada
H ₂ O	0,16
H ₂ O ⁺	Tidak ada
SO ₃	-
P ₂ O ₅	-

Berdasarkan data yang diperoleh dari Tabel 1 dan Tabel 2 diperoleh kandungan SiO₂ yang sangat tinggi baik pada batuan dan pasir hasil luapan erupsi gunung Raung. Hal ini menandakan bahwa material batuan dan pasir yang telah dikeluarkan saat erupsi sangat mendukung dan baik digunakan dalam industri yang berbahan galian C. Dimana pada masyarakat di sekitar gunung api kurang menyadari bahwa manfaat yang dikeluarkan oleh gunung api kurang begitu bagus dalam pembuatan bahan-bahan produksi galian C.

Dari sisi lain gunung api memiliki manfaat dalam pembelajaran. Media yang dapat dijumpai antara lain fenomena-fenomena alam yang sangat mudah diabaikan oleh tenaga pengajar baik di lingkungan sekolah maupun di lingkungan perguruan tinggi. Banyak yang takut akan keberadaan dari gunung api namun padahal dibalik sedikit kebayaannya ini memiliki manfaat yang luar biasa.

Pembelajaran yang dapat diperoleh dari gunung api yaitu tentang adanya sungai, tebing, aliran lahar dingin, ketinggian gunung, erupsi, tremor, dan lain sebagainya. Fenomena-fenomena tersebut sebenarnya dapat di ungkapkan melalui teori-teori fisika sehingga pembelajaran akan lebih mudah di ingat dan di sampaikan ke orang lain oleh pengajar. Banyak kesempatan-kesempatan yang di dapat dalam hal gunung api, jika kita melakukan praktikum-praktikum kecil dengan alat sederhana sehingga tidak perlu membutuhkan alat yang lengkap maupun canggih. Sehingga pembelajaran ilmu

alam dapat dicakup walaupun hanya memiliki laboratorium yang sederhana.

Sedangkan untuk analisis dari erupsi pada gunung api pada pos Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Gunung Raung menggunakan metode seismograf. Dimana proses yang terjadi sebelum erupsi ditandai dengan tremor-tremor yang beruntun dengan amplitudo dan frekuensi yang tinggi sehingga akan memunculkan dan memicu terjadinya erupsi. Namun jika data yang didapatkan dari seismograf memiliki amplitudo dan frekuensi yang rendah, menandakan bahwa aktivitas gunung Raung dalam keadaan normal. Namun biasanya dalam keadaan normal gunung aktif memberikan tanda-tanda keaktifannya baik sekali maupun lebih dalam frekuensi yang rendah dalam setiap bulannya. Namun jika tremor memiliki kerapatan frekuensi yang tinggi dan amplitudo yang besar maka status dari gunung api sendiri akan mengalami peningkatan, begitu pula dengan gunung Raung.

Proses erupsi, selain di sebabkan oleh pengisian magma dalam dapur magma. Erupsi juga dapat disebabkan oleh akibat adanya tekanan tektonik yang disebabkan oleh penyusupan lempeng eurasia oleh lempeng indo-australia. Penyusupan inilah yang memicu terjadinya erupsi di beberapa gunung api.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapat disimpulkan bahwa gunung Raung akan memiliki potensi erupsi yang lebih tinggi dari tahun sebelumnya. Selain itu gunung Raung juga memiliki tingkat bahaya yang rendah karena berada pada radius yang jauh dari pemukiman warga. Dalam hasil analisis kimia dari batuan beku dan pasir menunjukkan bahwa tanah sekitar gunung api memiliki peluang baik untuk berkembang dalam sektor pertanian dan perkebunan. Selain itu banyaknya banyaknya media alam akan mendukung potensi belajar fisika yang lebih aplikatif.

Ucapan terima kasih

Terima kasih peneliti sampaikan kepada bapak Balok Supriyadi dan Bapak Burhan selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu dan membimbing kami dalam penelitian ini. Beserta pihak-pihak lain yang tidak disebutkan yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

Referensi

[1] http://www.bmkg.go.id/BMKG_Pusat/Image_sWeb/tektonik_indonesia.jpg diakses pada tanggal 4 Mei 2015.

- [2] <http://balitbangda.kutaikartanegarab.go.id/wp-content/uploads/2010/11/subduksi1.jpg> diakses pada tanggal 4 Mei 2015.
- [3] A.R. Mulyana, dkk. 2007. Peta Kawasan Rawan Bencana Gunung Api Raung. Bandung: Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi Badan Geologi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral:Bandung
- [4] A. Zaennudin dkk. 2012. Prakiraan bahaya letusan Gunung Api Ijen Jawa Timur. Badan Geologi :Bandung
- [5] <http://bmkg.go.id/gunungtamora> diakses pada tanggal 19 juni 2015.

Kendid Mahmudi*
Pengajaran Fisika
Institut Teknologi Bandung
kendidmahmudi@gmail.com

Enjang J. Mustopa
Fisika Bumi dan Sistem Kompleks
Institut Teknologi Bandung
EnjangJMustopa@fi.itb.ac.id

Lilik Hendrajaya
Fisika Bumi dan Sistem Kompleks
Institut Teknologi Bandung
Lilik.hendrajaya@gmail.com