

VULKANISME, GEMPA BUMI, DAN KEMAGNETAN BUMI

Makalah Ini Disusun Untuk Memenuhi Mata Kuliah
ILMU PENGETAHUAN BUMI DAN ANTARIKSA



Disusun Oleh :

KELOMPOK 6 :

M. Furqon (06101011006)

Sulastri Wahyuningsih(06101011028)

Anita Nurfala (06101011036)

Dosen Pengasuh :

Syuhendri, S.Pd., M.Pd

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan begitu banyak rizki dan hidayah-Nya kepada kita semua. Shalawat dan salam selalu kita curahkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, sebagai Rahmatan lil'alamini yang telah membawa umat manusia dari jalan kegelapan menuju kehidupan yang mendapat sinar ilahi seperti sekarang ini.

Alhamdulillah makalah yang berjudul "*Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa*" ini dapat diselesaikan semata-mata atas kehendak-Nya dan rahmat serta cinta kasih-Nya yang berlimpah. Rasa syukur kami atas kemurahan-Nya karena telah diberi kesempatan untuk menyelesaikan makalah ini.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pembuatan makalah ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu, secara khusus penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

- 1) Bapak Syuhendri, S.Pd., M.Pd. selaku dosen pengasuh mata kuliah Belajar dan Pembelajaran
- 2) Seluruh sahabat-sahabat kami, keluarga besar Bugafis 2010 yang selalu memberikan dukungan serta semangat yang tak kenal henti.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan makalah ini masih banyak kekurangan, oleh sebab itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Dan semoga dengan terselesaikannya penyusunan makalah ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Indralaya, Desember 2012

(Penulis)

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	2
DAFTAR ISI	3
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	4
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	5
BAB II PEMBAHASAN	
2.1 Vulkanisme	6
2.1.1 Pengertian Gunung Api dan Vulkanisme	6
2.1.2 Proses Terbentuknya Gunung Api.....	7
2.1.3 Struktur Gunung Api	8
2.1.4 Jenis – jenis Gunung Api	8
2.1.5 Proses Vulkanisme	14
2.1.6 Gejala Pos Vulkanisme	15
2.1.7 Sebaran Gunung Api di Indonesia dan Dunia	16
2.1.8 Peranan Gunung Api dalam Kehidupan	16
2.2 Gempa Bumi	17
2.2.1 Pengertian Gempa Bumi	17
2.2.2 Jenis - jenis Gempa Bumi.....	27
2.2.3 Istilah - istilah dalam Gempa Bumi	21
2.2.4 Proses Terjadinya Gempa	21
2.2.5 Mengukur Kekuatan Gempa Bumi.....	25
2.2.6 Alat Pencatat Gempa.....	27
2.3 Kemagnetan Bumi	28
2.3.1 Medan Magnetik Bumi	29
2.3.2 Komponen Medan Magnet Bumi	29
BAB III PENUTUP	
3.1 Kesimpulan	38
3.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Para ahli sampai saat ini belum mendapatkan kata sepakat mengenai batasan atau istilah baku tentang definisi gunung api secara tegas. Ilmu yang secara khusus mempelajari gunung api disebut vulkanologi.

Magma yang cair dan sangat panas di dalam bumi akan ters berusaha keluar ke permukaan melalui peristiwa magmatisme dan vulkanisme. Vulkanisme adalah peristiwa penerobosan magma keluar sampai ke permukaan bumi dengan membentuk pegunungan dan gunung berapi (volcano). Magma yang keluar ke permukaan bumi dari suatu proses ekstrusi dinamakan lava. Sedangkan penerobosan magma ke permukaan bumi tetapi belum sampai ke permukaan disebut intrusi magma.

1.2 RUMUSAN MASALAH

1. Apa yang dimaksud dengan vulkanisme?
2. Bagaimana proses vulkanisme?
3. Apa yang dimaksud dengan gempa bumi?
4. Bagaimana proses gempa bumi?
5. Apa yang dimaksud dengan kemagnetan bumi?
6. Bagaimana proses kemagnetan bumi?

1.3 TUJUAN

1. Mahasiswa mengetahui proses dan mekanisme vulkanisme.
2. Mahasiswa mengetahui macam-macam gunung api.
3. Mahasiswa mengetahui proses dan mekanisme gempa bumi.
4. Mahasiswa mengetahui macam-macam gunung api.
5. Mahasiswa mengetahui macam-macam penyebab gempa.
6. Mahasiswa mengetahui proses dan mekanisme gempa bumi.
7. Mahasiswa mengetahui fenomena kemagnetan bumi.

BAB II

PEMBAHASAN

2.1 VULKANISME

2.1.1 Pengertian Gunung Api dan Vulkanisme

Para ahli sampai saat ini belum mendapatkan kata sepakat mengenai batasan atau istilah baku tentang definisi gunung api secara tegas. Ilmu yang secara khusus mempelajari gunung api disebut vulkanologi.

Koesoemadinata (1977) menyatakan bahwa gunung api adalah lubang atau saluran yang menghubungkan suatu wadah berisi bahan yang disebut magma. Suatu ketika bahan tersebut ditembakkan melalui saluran ke permukaan bumi dan sering terhimpun di sekelilingnya sehingga membangun suatu kerucut yang dinamakan kerucut gunung api.

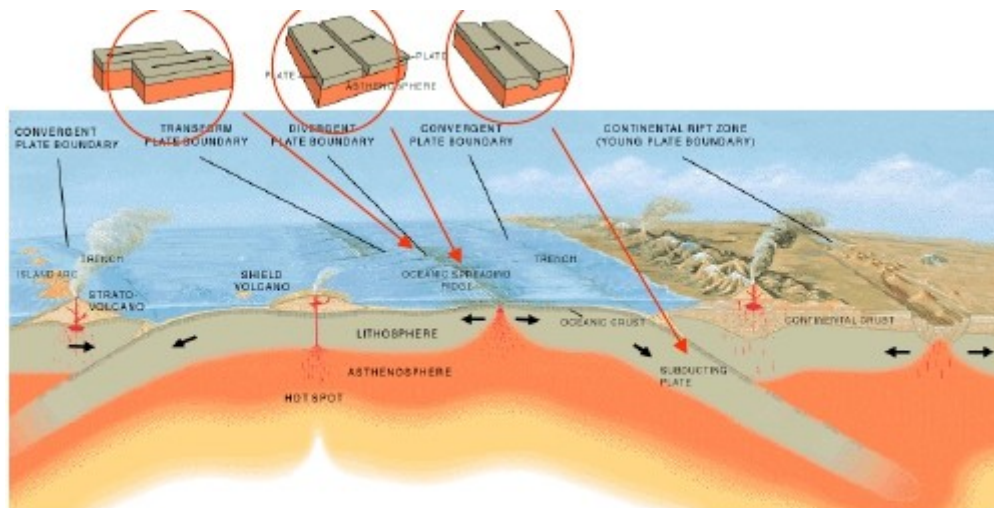
Matahalemual (1982) menyatakan bahwa gunung api (vulkan) adalah suatu bentuk timbunan di muka bumi umumnya berupa suatu kerucut raksasa, kerucut terpancung, kubah, ataupun bukit yang diakibatkan oleh penerobosan magma ke permukaan bumi.

Magma yang cair dan sangat panas di dalam bumi akan ters berusaha keluar ke permukaan melalui peristiwa magmatisme dan vulkanisme. Vulkanisme adalah peristiwa penerobosan magma keluar sampai ke permukaan bumi dengan membentuk pegunungan dan gunung berapi (volcano). Magma yang keluar ke permukaan bumi dari suatu proses ekstrusi dinamakan lava. Sedangkan penerobosan magma ke permukaan bumi tetapi belum sampai ke permukaan disebut intrusi magma. Intrusi magma menghasilkan bentukan-bentukan sebagai berikut.

2.1.2 Proses Terbentuknya Gunung Api

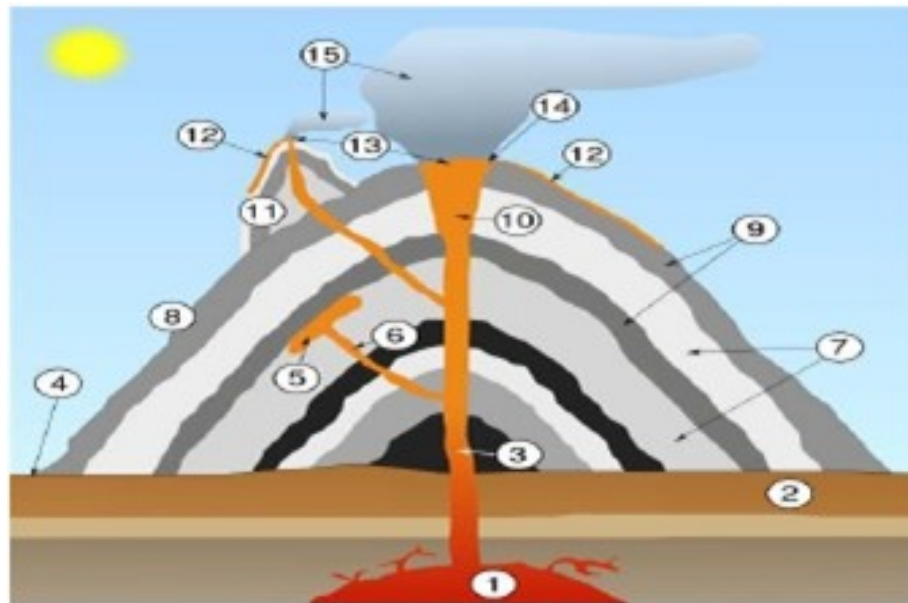
Gunung api terbentuk karena adanya gerakan magma sebagai arus konveksi, dimana arus tersebut menyebabkan gerakan dari kerak bumi (dikenal ada 2 kerak bumi yaitu kerak samudera/oceanic plate dan kerak benua/daratan/continental plate). Gerakan kerak tersebut juga disebut pergerakan antar lempeng (teori tektonik lempeng), terbagi menjadi 3 bentuk gerakan :

- 1) Saling menjauh (divergent), menyebabkan terjadinya pemekaran kerak benua, magma keluar melalui rekahan tersebut dan membentuk busur gunungapi tengah samudera (mid-ocean ridge).
- 2) Saling bertumbukan (convergent), kerak samudera menumbuk dan menunjam di bawah kerak benua, membentuk zona subdaksi (subduction zone) dan terjadi peleburan batuan di zona tersebut, magma bergerak dan menerobos sehingga membentuk busur gunungapi tepi benua (volcanic arc).
- 3) Saling bergeser sejajar berlawanan arah (transform) antar kerak benua yang menyebabkan timbulnya rekahan, sesar mendatar (contoh Sesar San Andreas).



Gambar 2.1.2 Gerakan Kerak Lempeng yang Membentuk Gunung Api

2.1.3 Struktur Gunung Api



Gambar 2.1.3 Bagian – bagian Gunung Api

- | | |
|----------------------------|--------------------------------|
| 1. Dapur Magma | 9. Lapisan lava |
| 2. Batuan dasar | 10. Kepundan |
| 3. Pipa kawah | 11. Kerucut parasit gunung api |
| 4. Permukaan dasar | 12. Aliran lava |
| 5. Retas (<i>siil</i>) | 13. Kawah |
| 6. Pipa kawah sekunder | 14. Bibir kawah |
| 7. Lapisan abu gunung api | 15. Abu gunung api |
| 8. Sayap / sisi gunung api | |

2.1.4 Jenis – jenis Gunung Api

Berdasarkan bentuknya, gunung berapi dapat diklasifikasikan menjadi empat jenis, yakni

- 1) Gunung Api Kerucut (Strato Vulcano)
Tersusun dari batuan hasil letusan dengan tipe letusan berubah-ubah sehingga dapat menghasilkan susunan yang berlapis-lapis dari beberapa jenis batuan, sehingga membentuk suatu kerucut besar (raksasa), terkadang bentuknya tidak beraturan, karena letusan terjadi sudah beberapa ratus kali.
Contoh :

- Gunung Semeru (3.676 m dpl) di Kab Malang, Jatim



Gambar 2.1.4.1 Gunung Semeru

- Gunung Merapi (2.968 m dpl) di Kab Sleman, DIY



Gambar 2.1.4.2 Gunung Merapi

- Gunung Kerinci (3.805 m dpl) di Kab Kerinci, Jambi



Gambar 2.1.4.3 Gunung Kerinci

- Gunung Dempo (3.183 m dpl) di Kota Pagar Alam, Sumsel



Gambar 2.1.4.3 Gunung Dempo

- Gunung Agung (3.142 m dpl) di Kab Karang Asem, Bali
- 2) Gunung Api Perisai (Shield Vulcano)
Tersusun dari batuan aliran lava yang pada saat diendapkan masih cair, sehingga tidak sempat membentuk suatu kerucut yang tinggi (curam), bentuknya akan berlereng landai seperti perisai atau tameng dan susunannya terdiri dari batuan yang bersifat basaltik.
Contoh :
- Gunung Manoa Loa, Hawaii
- 3) Gunung Api Maar (Cinder Cone Vulcano)
Merupakan gunung berapi yang abu dan pecahan kecil batuan vulkanik menyebar di sekeliling gunung. Sebagian besar gunung jenis ini membentuk lubang kepundan seperti mangkuk atau corong di puncaknya.
Contoh :
- Gunung Rinjani (3.762 m dpl) di Lombok, NTB
- 4) Gunung Api Kaldera (Caldera Vulcano)
Gunung berapi jenis ini terbentuk dari ledakan yang sangat kuat yang melempar ujung atas gunung sehingga membentuk cekungan.
Contoh :
- Gunung Bromo (2.329 m dpl) di Probolinggo, Jatim
 - Gunung Tangkuban Perahu (2.200 m dpl), di Kab Bandung, Jabar
 - Gunung Krakatau di Selat Sunda, Lampung
 - Gunung Kaba (1.916 m dpl) di Kab Rejang Lebong, Bengkulu

2.1.5 Proses Vulkanisme

Proses vulkanisme meliputi ekstrusi yaitu peristiwa penerobosan magma keluar sampai ke permukaan bumi dengan membentuk pegunungan dan gunung berapi (volcano) dan intrusi yaitu penerobosan magma ke permukaan bumi tetapi belum sampai ke permukaan.

Proses ekstrusi dengan cara erupsi berdasarkan bentuk lubang keluarnya magma dapat dibedakan menjadi dua tipe, yakni

- 1) Erupsi Linear atau Erupsi Belahan
Magma keluar melalui retakan dan celah-celah yang ada di bumi. Magma yang keluar umumnya berupa lava cair dan sangat sedikit mengandung material-material (rempah-rempah) lepas. Sifat lava biasanya basalt, membentuk dataran tinggi atau plateau basalt, seperti yang terdapat di Sukadana, Provinsi Lampung. Kadangkala pelepasan lava ini berlangsung sangat hebat sehingga disebut the bleedings of the earth seperti yang terjadi di Pulau Iceland yang panjang erupsinya mencapai 30 km. Tipe erupsi ini juga termasuk seri lava.
- 2) Erupsi Sentral
Magma keluar melalui diatrema dan kepundan. Diatrema adalah lubang berupa pipa pada gunung api yang menghubungkan dapur magma dengan kepundan atau dasar kawah gunung api (crater).

Erupsi sentral terdiri atas tiga macam seri, bergantung pada tekanan yang terdapat dalam magma.

- a) Erupsi Efusif atau Lelehan
Keluarnya magma yang bersifat encer dengan tekanan rendah sehingga hanya menimbulkan lelehan lava melalui retakan yang terdapat pada tubuh gunung api. Erupsi ini juga dinamakan seri lava.
- b) Erupsi Eksplosif
Keluarnya magma ke permukaan bumi dengan cara ledakan akibat magma memiliki tekanan yang tinggi. Erupsi ini biasanya dikebal dengan letusan gunung api, menyemburkan material vulkanik yang berupa padat dan cair.
- c) Erupsi Campuran
Perselingan antara seri lava dan eksplosif, membentuk gunung api strato yang terdiri atas peralihan lava dan bahan-bahan lepas.

Suatu gunung api yang akan meletus biasanya ditandai oleh beberapa hal, antara lain

- a. Meningkatnya suhu di sekitar kawah.
- b. Pepohonan di sekitarnya mengering dan mati serta banyak binatang liar yang turun dari atas gunung.
- c. Banyak sumber mata air secara tiba-tiba mengering
- d. Sering terjadi gemuruh dan getaran – getaran (gempa tremor)

Tipe – tipe letusan gunung api yaitu

- a. Tipe Hawaii
Tipe gunung api ini dicirikan dengan lavanya yang cair dan tipis, dan dalam perkembangannya akan membentuk tipe gunung api perisai. Tipe ini banyak ditemukan pada gunung api perisai di Hawaii seperti di Kilauea dan Maunaloa. Contoh letusan tipe Hawaii di Indonesia adalah pembentukan plato lava di kawasan Dieng, Jawa Tengah.
- b. Tipe Stromboli
Tipe ini sangat khas untuk gunung Stromboli dan beberapa gunung api lainnya yang sedang meningkat kegiatannya. Magmanya sangat cair, ke arah permukaan sering dijumpai letusan pendek yang disertai ledakan. Bahan yang dikeluarkan berupa abu, bom, lapilli dan setengah padatan bongkah lava. Contoh letusan tipe Stromboli di Indonesia adalah Gunung Raung di Jawa. Sifat semburan Gunung Raung menyemburkan lava tipe baraltik, namun terdapat erupsi-erupsi pendek yang bersifat eksplosif menyemburkan batuan-batuan piroklastik tipe bom dan lapili.
- c. Tipe Vulkano
Tipe ini mempunyai ciri khas yaitu pembentukan awan debu berbentuk bunga kol, karena gas yang ditembakkan ke atas meluas hingga jauh di atas kawah. Tipe ini mempunyai tekanan gas sedang dan lavanya kurang begitu cair. Di samping mengeluarkan awan debu, tipe ini juga menghasilkan lava. Berdasarkan kekuatan letusannya tipe ini dibedakan menjadi tipe vulkano kuat (Gunung Vesuvius dan Gunung Etna) dan tipe Vulkano lemah (Gunung Bromo dan Gunung Raung). Peralihan antara kedua tipe ini juga dijumpai di Indonesia misalnya Gunung Kelud dan Anak Gunung Bromo.
- d. Tipe Merapi
Dicirikan dengan lavanya yang cair-kental. Dapur magmanya relatif dangkal dan tekanan gas yang agak rendah. Contoh letusan tipe Merapi di Indonesia adalah Gunung Merapi di Jawa Tengah dengan awan pijarnya yang tertimbun di lerengnya menyebabkan aliran lahar dingin setiap tahun. Contoh yang lain adalah Gunung Galunggung di Jawa Barat.
- e. Tipe Perret (Tipe Plinian)
Letusan gunung api tipe perret adalah mengeluarkan lava cair dengan tekanan gas yang tinggi. Kadang-kadang lubang kepundan tersumbat, yang

menyebabkan terkumpulnya gas dan uap di dalam tubuh bumi, akibatnya sering timbul getaran sebelum terjadinya letusan. Setelah meletus material-material seperti abu, lapili, dan bom terlempar dengan dahsyat ke angkasa. Contoh letusan gunung api tipe perret di Indonesia adalah Gunung Krakatau yang meletus sangat dahsyat pada tahun 1873, sehingga gunung Krakatau (tua) itu sendiri lenyap dari permukaan laut, dan mengeluarkan semburan abu vulkanik setinggi 5 km.

f. Tipe Pelle

Gunung api tipe ini menyemburkan lava kental yang menguras di leher, menahan lalu lintas gas dan uap. Hal itulah yang menyebabkan mengapa letusan pada gunung api tipe ini disertai dengan guncangan-guncangan bawah tanah dengan dahsyat untuk menyemburkan uap-uap gas, abu vulkanik, lapili, dan bom. Contoh letusan gunung api tipe pelle di Indonesia adalah Gunung Kelud di Jawa Timur.

Penerobosan magma ke permukaan bumi tetapi belum sampai ke permukaan disebut intrusi magma. Intrusi magma menghasilkan bentukan-bentukan sebagai berikut.

- a. Keping intrusi atau sills, yaitu sisipan magma yang membeku di antara dua lapisan litosfer, relatif tipis, dan melebar.
- b. Batolit, yaitu batuan beku yang terbentuk di dalam dapur magma, karena penurunan suhu yang sangat lambat.
- c. Lakolit, yaitu batuan beku yang berasal dari resapan magma di antara dua lapisan litosfer dan membentuk bentukan seperti lensa cembung.
- d. Gang atau dikes, yaitu batuan hasil intrusi magma yang memotong lapisan-lapisan litosfer dengan bentuk pipih atau lempeng.
- e. Diatrema, yaitu batuan pengisi pipa letusan, berbentuk silinder mulai dari dapur magma sampai ke permukaan bumi.

2.1.6 Gejala Pos Vulkanisme

Pada saat tidak aktif atau saat tenang setelah terjadi letusan, gunung api masih tetap mempertahankan tanda – tanda aktivitasnya. Gejala tersebut tetap muncul meskipun letusannya telah berhenti dalam waktu yang sangat lama. Gejala

inilah yang disebut gejala pos vulkanisme. Gejala pos vulkanisme ini, antara lain berupa

- 1) Fumarol, yaitu gas H_2S yang mengeluarkan uap air, keluaranya melalui jalan – jalan atau retakan yang tidak beraturan.
- 2) Solfatar, yaitu gas H_2S yang keluar melalui lubang – lubang khusus yang disebut lubang solfatar. Contohnya yang terdapat di Kawah Ijen Gunung Bromo (Jawa Timur) dan di Kawah Gunung Papandayan (Garut, Jawa Barat)
- 3) Mofet, yaitu gas asam arang (CO_2)
- 4) Sumber air panas, banyak mengandung mineral. Contohnya
 - Sumber air panas di Tanjung Sakti (Kab Lahat, Sumsel) yang merupakan aktivitas Gunung Dempo
 - Sumber air panas di Curup (Kab Rejang Lebong, Bengkulu) yang merupakan aktivitas Gunung Kaba
 - Sumber air panas di Ciater (Kab Subang, Jawa Barat) yang merupakan aktivitas Gunung Tangkuban Perahu
 - Sumber air panas di Cipanas (Jawa Barat) yang merupakan aktivitas Gunung Ciremai
- 5) Geysir, yaitu semburan air panas yang keluar dari celah atau retakan batuan.

Contohnya :

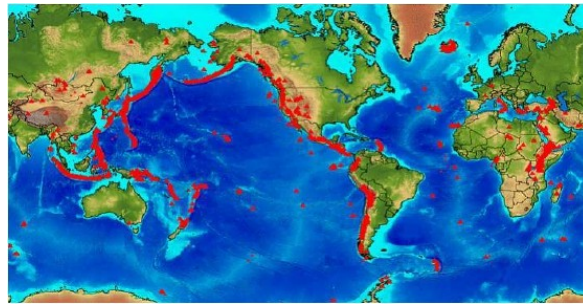
- Geysir di Cisolok Jawa Barat
- Geysir di Taman Nasional Yellow Stone, AS

2.1.7 Sebaran Gunung Api di Indonesia dan Dunia

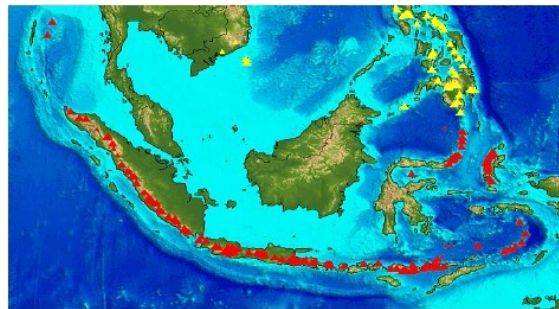
Gambar 2.1.7.1 Sebaran Gunung Api di Indonesia



--IPBA--



Gambar 2.1.7.2 Peta Gunung Api di Indonesia



Gambar 2.1.7.3 Persebaran Gunung Api di Dunia

2.1.8

Peranan Gunung Api dalam Kehidupan

Selain menimbulkan bencana, gunungapi juga menimbulkan banyak manfaat, hasil letusan dapat membentuk daratan baru, sebagai contoh Kep. Hawaii terbentuk oleh hasil letusan gunungapi. Beberapa manfaat lainnya ialah ditemukannya mineral logam dan batumulia pada bom vulkanik dan lava yang telah membeku seperti tembaga, perak dan emas. Beberapa intan terbesar di dunia ditemukan pada batuan gunungapi. Cerobong/pipa kawah gunungapi di Afrika Selatan dan Rusia terisi oleh intan. Demikian juga opal, zircon, turmalin, topaz, aquamarin, moonstone, dan beryl. Kegiatan gunungapi juga menghasilkan energi panasbumi, mata air panas mengandung belerang digunakan untuk mengobati penyakit, pasir gunungapi digunakan sebagai bahan bangunan, batu apung untuk industri, obsidian digunakan sebagai mata anak panah oleh manusia

prasejarah. Kawasan gunungapi kuarter hasil pelapukan material gunungapi akan menghasilkan tanah yang subur yang kaya akan unsur hara yang diperlukan untuk pertanian,

2.2 GEMPA BUMI

2.2.1 Pengertian Gempa Bumi

Gempa adalah pergeseran tiba-tiba dari lapisan tanah di bawah permukaan bumi. Ketika pergeseran ini terjadi, timbul getaran yang disebut *gelombang seismik* gempa ke segala arah di dalam bumi. Ketika gelombang ini mencapai permukaan bumi, getarannya bisa merusak atau tidak tergantung pada kekuatan sumber dan jarak fokus, disamping itu juga mutu bangunan dan mutu tanah dimana bangunan berdiri. Gempa bumi biasa disebabkan oleh pergerakan kerak bumi (lempeng bumi). Kata gempa bumi juga digunakan untuk menunjukkan daerah asal terjadinya kejadian gempa bumi tersebut. Bumi kita walaupun padat, selalu bergerak, dan gempa bumi terjadi apabila tekanan yang terjadi karena pergerakan itu sudah terlalu besar untuk dapat ditahan.

Gempa bumi adalah berguncangnya bumi yang disebabkan oleh tumbukan antar lempeng bumi, patahan aktif aktivitas gunung api atau runtuhannya batuan. Kekuatan gempa bumi akibat aktivitas gunung api dan runtuhannya batuan relatif kecil sehingga kita akan memusatkan pembahasan pada gempa bumi akibat tumbukan antar lempeng bumi dan patahan aktif.

Gempa dapat terjadi kapan saja, tanpa mengenal musim. Meskipun demikian, konsentrasi gempa cenderung terjadi di tempat-tempat tertentu saja, seperti pada batas Plat Pasifik. Tempat ini dikenal dengan *Lingkar Api* karena banyaknya gunung berapi.

2.2.2 Jenis - jenis Gempa Bumi (sebab, dalam, gelombang)

- a. Berdasarkan Penyebabnya
 - 1) Gempa Bumi tektonik

Gempa bumi tektonik adalah jenis gempa Bumi yang disebabkan oleh pergeseran lempeng plat tektonik. Gempa ini terjadi karena besarnya tenaga yang dihasilkan akibat adanya tekanan antar lempeng batuan dalam perut Bumi. Gempa Bumi ini adalah jenis gempa yang paling sering dirasakan, terutama di Indonesia.

Penyebab gempa ini, karena Lempengan-lempengan tektonik yang selalu bergerak dan saling mendesak satu sama lain. Pergerakan lempengan-lempengan tektonik ini menyebabkan terjadinya penimbunan energi secara perlahan-lahan. Gempa tektonik kemudian terjadi karena adanya pelepasan energi yang telah lama tertimbun tersebut. Gempa tektonik biasanya jauh lebih kuat getarannya dibandingkan dengan gempa vulkanik, maka getaran gempa yang merusak bangunan kebanyakan disebabkan oleh gempa tektonik.^[2] Tenaga yang dihasilkan oleh tekanan antara batuan dikenal sebagai kecacatan tektonik. Teori dari *tectonic plate* (lempeng tektonik) menjelaskan bahwa bumi terdiri dari beberapa lapisan batuan, sebagian besar area dari lapisan kerak itu akan hanyut dan mengapung di lapisan seperti salju. Lapisan tersebut bergerak perlahan sehingga berpecah-pecah dan bertabrakan satu sama lainnya. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya gempa tektonik. Peta penyebarannya mengikuti pola dan aturan yang khusus dan menyempit, yakni mengikuti pola-pola pertemuan lempeng-lempeng tektonik yang menyusun kerak bumi. Dalam ilmu kebumiharian (geologi), kerangka teoretis tektonik lempeng merupakan *postulat* untuk menjelaskan fenomena gempa Bumi tektonik yang melanda hampir seluruh kawasan, yang berdekatan dengan batas pertemuan lempeng tektonik. Contoh gempa tektonik ialah seperti yang terjadi di Yogyakarta, Indonesia pada Sabtu, 27 Mei 2006 dini hari, pukul 05.54 WIB.

- 2) Gempa bumi tumbukan
Gempa Bumi ini diakibatkan oleh tumbukan meteor atau asteroid yang jatuh ke Bumi, jenis gempa Bumi ini jarang terjadi.
- 3) Gempa bumi runtuh
Gempa Bumi ini biasanya terjadi pada daerah kapur ataupun pada daerah pertambangan, gempa bumi ini jarang terjadi dan bersifat lokal.

- 4) Gempa bumi buatan
Gempa bumi buatan adalah gempa bumi yang disebabkan oleh aktivitas dari manusia, seperti peledakan dinamit, nuklir atau palu yang dipukulkan ke permukaan bumi.
 - 5) Gempa bumi vulkanik (gunung api)
Gempa bumi gunung berapi terjadi berdekatan dengan gunung berapi dan mempunyai bentuk keretakan memanjang yang sama dengan gempa bumi tektonik. Gempa bumi gunung berapi disebabkan oleh pergerakan magma ke atas dalam gunung berapi, di mana geseran pada batu-batuan menghasilkan gempa bumi. Ketika magma bergerak ke permukaan gunung berapi, ia bergerak dan memecahkan batu-batuan serta mengakibatkan getaran berkepanjangan yang dapat bertahan dari beberapa jam hingga beberapa hari. Gempa bumi gunung berapi terjadi di kawasan yang berdekatan dengan gunung berapi, seperti Pegunungan Cascade di barat Laut Pasifik, Jepang, Dataran Tinggi Islandia, and titik merah gunung berapi seperti Hawaii.
- b. Berdasarkan Kedalaman
- 1) Gempa bumi dalam
Gempa bumi dalam adalah gempa bumi yang hiposentrumnya berada lebih dari 300 km di bawah permukaan bumi. Gempa bumi dalam pada umumnya tidak terlalu berbahaya.
 - 2) Gempa bumi menengah
Gempa bumi menengah adalah gempa bumi yang hiposentrumnya berada antara 60 km sampai 300 km di bawah permukaan bumi. gempa bumi menengah pada umumnya menimbulkan kerusakan ringan dan getarannya lebih terasa.
 - 3) Gempa bumi dangkal
Gempa bumi dangkal adalah gempa bumi yang hiposentrumnya berada kurang dari 60 km dari permukaan bumi. Gempa bumi ini biasanya menimbulkan kerusakan yang besar.
- c. Berdasarkan Gelombang/ Getaran gempa
- 1) Gelombang Primer
Gelombang primer (gelombang longitudinal) adalah gelombang atau getaran yang merambat di tubuh bumi dengan kecepatan antara 7-14 km/detik. Getaran ini berasal dari [hiposentrum](#).
 - 2) Gelombang Sekunder

Gelombang sekunder (gelombang transversal) adalah gelombang atau getaran yang merambat, seperti gelombang primer dengan kecepatan yang sudah berkurang, yakni 4-7 km/detik. Gelombang sekunder tidak dapat merambat melalui lapisan cair

2.2.3 Istilah - istilah dalam Gempa Bumi

- 1) Magnitudo
Banyaknya energi yang dilepas pada suatu gempa yang tergambar dalam besarnya gelombang seismik di episenter. Besarnya gelombang ini tercermin dalam besarnya garis bergelombang pada seismogram.
- 2) Episenter
Titik di permukaan bumi tepat di atas fokus atau sumber gempa, dinyatakan dalam lintang dan bujur, Hyposenter=parameter sumber gempa bumi yang dinyatakan dalam waktu terjadinya gempa, lintang, bujur dan kedalaman sumber)
- 3) Fokus
Sumber gempa di dalam bumi, tempat batuan pertama patah.
- 4) Gelombang seismik
Getaran gempa yang menjalar di dalam dan dipermukaan bumi dengan cara longitudinal dan transfersal.
- 5) Intensitas
Besarnya goncangan dan jenis kerusakan ditempat pengamatan akibat gempa. Intensitas tergantung dari jarak tempat tersebut dari hyposenter.
- 6) Kerak bumi
Lapisan atas bumi yang terdiri dari batuan padat. Baik tanah di daratan maupun di dasar laut termasuk kerak bumi.
- 7) Litosfir
Llapisan paling atas bumi yang hampir seluruhnya terdiri dari batuan padat. Lapisan ini termasuk kerak bumi dan (*sebagian*) mantel atas
- 8) Mantel
Lapisan di bawah kerak bumi yang terdiri dari mantel atas dan mantel bawah.
- 9) Lempeng Tektonik
Bagian dari litosfir bumi yang padat atau rigid. Lempeng-lempeng tektonik ini senantiasa bergerak dengan lambat, terapung diatas mantel.
- 10) Seismograf
peralatan yang menggambarkan gelombang gempa yang datang di stasiun pengamat.

- 11) Seismogram
catatan tertulis dari getaran bumi yang dihasilkan oleh seismograf.
- 12) Seismologist
Ilmuwan yang mempelajari gempa
- 13) Skala Mercalli
Suatu ukuran subyektif kekuatan gempa dikaitkan dengan intensitas-nya
- 14) Skala Richter
Suatu ukuran obyektif kekuatan gempa dikaitkan dengan magnitudo-nya
- 15) Sesar
Patahan atau pemisahan batuan, umumnya di antara dua atau lebih plat

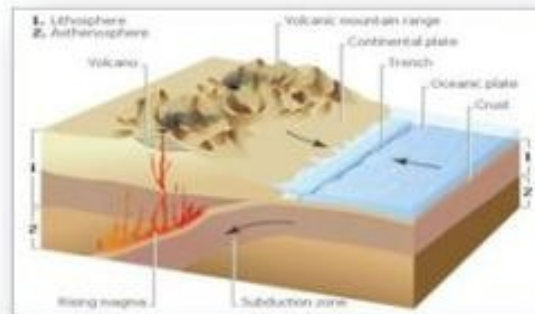
2.2.4 Proses Terjadinya Gempa

Menurut teori Lempeng Tektonik, lapisan terluar bumi kita terbuat dari suatu lempengan tipis dan keras yang masing-masing saling bergerak relatif terhadap yang lain. Gerakan ini terjadi secara terus-menerus sejak bumi ini tercipta hingga sekarang. Teori Lempeng Tektonik muncul sejak tahun 1960-an, dan hingga kini teori ini telah berhasil menjelaskan berbagai peristiwa geologis, seperti gempa bumi, tsunami, dan meletusnya gunung berapi, juga tentang bagaimana terbentuknya gunung, benua, dan samudra.

Lempeng tektonik terbentuk oleh kerak benua (*continental crust*) ataupun kerak samudra (*oceanic crust*), dan lapisan batuan teratas dari mantel bumi (*earth's mantle*). Kerak benua dan kerak samudra, beserta lapisan teratas mantel ini dinamakan litosfer. Kepadatan material pada kerak samudra lebih tinggi dibanding kepadatan pada kerak benua. Demikian pula, elemen-elemen zat pada kerak samudra (*mafik*) lebih berat dibanding elemen-elemen pada kerak benua (*felsik*).

Di bawah litosfer terdapat lapisan batuan cair yang dinamakan astenosfer. Karena suhu dan tekanan di lapisan astenosfer ini sangat tinggi, batu-batuan di lapisan ini bergerak mengalir seperti cairan (*fluid*).

Litosfer terpecah ke dalam beberapa lempeng tektonik yang saling bersinggungan satu dengan lainnya. Berikut adalah nama-nama lempeng tektonik yang ada di bumi, dan lokasinya bisa dilihat pada Peta Tektonik.



Pergerakan Lempeng (*Plate Movement*) Berdasarkan arah pergerakannya, perbatasan antara lempeng tektonik yang satu dengan lainnya (*plate boundaries*) terbagi dalam 3 jenis, yaitu divergen, konvergen, dan transform. Selain itu ada jenis lain yang cukup kompleks namun jarang, yaitu pertemuan simpang tiga (*triple junction*) dimana tiga lempeng kerak bertemu.

1). Batas Divergen

Terjadi pada dua lempeng tektonik yang bergerak saling memberai (*break apart*).

Ketika sebuah lempeng tektonik pecah, lapisan litosfer menipis dan terbelah, membentuk batas divergen

2). Batas Konvergen

Terjadi apabila dua lempeng tektonik tertelan (*consumed*) ke arah kerak bumi, yang mengakibatkan keduanya bergerak saling menumpu satu sama lain (*one slip beneath another*). Batas konvergen ada 3 macam, yaitu :

1) antara lempeng benua dengan lempeng samudra,

Ketika suatu lempeng samudra menunjam ke bawah lempeng benua, lempeng ini masuk ke lapisan astenosfer yang suhunya lebih tinggi, kemudian meleleh.

Pada lapisan litosfer tepat di atasnya, terbentuklah deretan gunung berapi (*volcanic mountain range*). Sementara di dasar laut tepat di bagian terjadi penunjaman, terbentuklah parit samudra (*oceanic trench*).

2) antara dua lempeng samudra

Salah satu lempeng samudra menunjam ke bawah lempeng samudra lainnya, menyebabkan terbentuknya parit di dasar laut, dan deretan gunung berapi yang paralel terhadap parit tersebut, juga di dasar laut. Puncak sebagian gunung berapi ini ada yang timbul sampai ke permukaan, membentuk gugusan pulau vulkanik (*volcanic island chain*).

3) antara dua lempeng benua.

Salah satu lempeng benua menunjam ke bawah lempeng benua lainnya. Karena keduanya adalah lempeng benua, materialnya tidak terlalu padat dan tidak cukup berat untuk tenggelam masuk ke astenosfer dan meleleh. Wilayah di bagian yang bertumbukan mengeras dan menebal, membentuk deretan pegunungan non vulkanik (*mountain range*).

3). Batas Transform

Terjadi bila dua lempeng tektonik bergerak saling menggelangsar (*slide each other*), yaitu bergerak sejajar namun berlawanan arah. Keduanya tidak saling memberai maupun saling menumpu. Batas transform ini juga dikenal sebagai sesar ubahan-bentuk (*transform fault*).

2.2.5 Mengukur Kekuatan Gempa Bumi

Kekuatan gempa bumi dapat diukur dengan menggunakan alat yang disebut seismograf. Dalam perkembangannya sampai sekarang ada beberapa jenis skala yang digunakan oleh alat tersebut, yakni Skala Mercalli, Skala Richter, dan Skala Kekuatan Momen.

1) Skala Mercalli

Skala Mercalli adalah satuan untuk mengukur kekuatan gempa bumi. Satuan ini diciptakan oleh seorang vulkanologis dari Italia yang bernama Giuseppe Mercalli pada tahun 1902. Skala Mercalli terbagi menjadi 12 pecahan berdasarkan informasi dari orang-orang yang selamat dari gempa tersebut dan juga dengan melihat dan membandingkan tingkat kerusakan akibat gempa bumi tersebut. Oleh itu skala Mercalli adalah sangat subjektif dan kurang tepat dibanding dengan perhitungan magnitudo gempa yang lain. Oleh karena itu, saat ini penggunaan skala Richter lebih luas digunakan untuk mengukur kekuatan gempa bumi. Tetapi skala Mercalli yang dimodifikasi, pada tahun 1931 oleh ahli seismologi Harry Wood dan Frank Neumann masih sering digunakan terutama apabila tidak terdapat peralatan seismometer yang dapat mengukur kekuatan gempa bumi di tempat kejadian.

Skala Modifikasi Intensitas Mercalli mengukur kekuatan gempa bumi melalui tahap kerusakan yang disebabkan oleh gempa bumi itu. Satuan ukuran skala Modifikasi Intensitas Mercalli adalah seperti di bawah :

Skala Modifikasi Keamatan Mercalli

- a) Tidak terasa
- b) Terasa oleh orang yang berada di bangunan tinggi
- c) Getaran dirasakan seperti ada kereta yang berat melintas.
- d) Getaran dirasakan seperti ada benda berat yang menabrak dinding rumah, benda tergantung bergoyang.
- e) Dapat dirasakan di luar rumah, hiasan dinding bergerak, benda kecil di atas rak mampu jatuh.
- f) Terasa oleh hampir semua orang, dinding rumah rusak.
- g) Dinding pagar yang tidak kuat pecah, orang tidak dapat berjalan/berdiri.
- h) Bangunan yang tidak kuat akan mengalami kerusakan.
- i) Bangunan yang tidak kuat akan mengalami kerusakan tekuk.
- j) Jambatan dan tangga rusak, terjadi tanah longsor. Rel kereta api bengkok.
- k) Rel kereta api rusak. Bendungan dan tanggul hancur. Seluruh bangunan hampir hancur dan terjadi longsor besar. Efek bencana yang lain seperti tsunami, dan kebakaran.
- l) Seluruh bangunan hancur lebur. Batu dan barang-barang terlempar ke udara. Tanah bergerak seperti gelombang. Kadang- kadang aliran sungai berubah. Pasir dan lumpur bergeser secara horizontal. Air dapat terlempar dari danau, sungai dan kanal. Diikuti dengan suara gemuruh yang besar. Biasanya bisa menyebabkan longsor besar, kebakaran, banjir, tsunami di

daerah pantai, dan aktivitas gunung berapi. Pasir dan tanah halus terlihat meledak.

2) Skala Richter

Skala Richter atau SR didefinisikan sebagai logaritma (basis 10) dari amplitudo maksimum, yang diukur dalam satuan mikrometer, dari rekaman gempa oleh instrumen pengukur gempa (seismometer) Wood-Anderson, pada jarak 100 km dari pusat gempanya. Sebagai contoh, misalnya kita mempunyai rekaman gempa bumi (seismogram) dari seismometer yang terpasang sejauh 100 km dari pusat gempanya, amplitudo maksimumnya sebesar 1 mm, maka kekuatan gempa tersebut adalah $\log(10 \text{ pangkat } 3 \text{ mikrometer})$ sama dengan 3,0 skala Richter. Skala ini diusulkan oleh fisikawan Charles Richter.

Untuk memudahkan orang dalam menentukan skala Richter ini, tanpa melakukan perhitungan matematis yang rumit, dibuatlah tabel sederhana seperti gambar di samping ini. Parameter yang harus diketahui adalah amplitudo maksimum yang terekam oleh seismometer (dalam milimeter) dan beda waktu tempuh antara gelombang-P dan gelombang-S (dalam detik) atau jarak antara seismometer dengan pusat gempa (dalam kilometer). Dalam gambar di samping ini dicontohkan sebuah seismogram mempunyai amplitudo maksimum sebesar 23 milimeter dan selisih antara gelombang P dan gelombang S adalah 24 detik maka dengan menarik garis dari titik 24 dt di sebelah kiri ke titik 23 mm di sebelah kanan maka garis tersebut akan memotong skala 5,0. Jadi skala gempa tersebut sebesar 5,0 skala Richter.

Skala Richter pada mulanya hanya dibuat untuk gempa-gempa yang terjadi di daerah Kalifornia Selatan saja. Namun dalam perkembangannya skala ini banyak diadopsi untuk gempa-gempa yang terjadi di tempat lainnya.

Skala Richter ini hanya cocok dipakai untuk gempa-gempa dekat dengan magnitudo gempa di bawah 6,0. Di atas magnitudo itu, perhitungan dengan teknik Richter ini menjadi tidak representatif lagi.

Perlu diingat bahwa perhitungan magnitudo gempa tidak hanya memakai teknik Richter seperti ini. Kadang-kadang terjadi kesalahpahaman dalam pemberitaan di media tentang magnitudo gempa ini karena metode yang dipakai kadang tidak disebutkan dalam pemberitaan di media, sehingga bisa jadi antara instansi yang satu dengan instansi yang lainnya mengeluarkan besar magnitudo yang tidak sama.

3) Skala Kekuatan Moment

Skala kekuatan moment diperkenalkan pada 1979 oleh Tom Hanks dan Hiroo Kanamori sebagai pengganti skala Richter dan digunakan oleh seismologis untuk membandingkan energi yang dilepas oleh sebuah gempa bumi. Kekuatan moment M_w adalah sebuah angka tanpa dimensi yang didefinisikan sebagai berikut

$$M_w = \frac{2}{3} \left(\log_{10} \frac{M_0}{\text{N} \cdot \text{m}} - 9.1 \right) = \frac{2}{3} \left(\log_{10} \frac{M_0}{\text{dyn} \cdot \text{cm}} - 16.1 \right)$$

di mana M_0 adalah Moment seismik (menggunakan satu newton metre [N·m] sebagai moment).

Sebuah peningkatan satu tahap dalam skala logaritmik ini berarti sebuah peningkatan $10^{1.5} = 31,6$ kali dari jumlah energi yang dilepas, dan sebuah peningkatan 2 tahap berarti sebuah peningkatan $10^3 = 1000$ kali kekuatan awal.

2.2.6 Alat Pencatat Gempa (Seismograf)

1. Pengertian

Seismometer ([bahasa Yunani](#): *seimos*: gempa bumi dan *metero*: mengukur) adalah alat atau sensor getaran, yang biasanya dipergunakan untuk mendeteksi [gempa bumi](#) atau getaran pada permukaan tanah. Hasil rekaman dari alat ini disebut [seismogram](#).

Prototip dari alat ini diperkenalkan pertama kali pada tahun [132 SM](#) oleh [matematikawan](#) dari [Dinasti Han](#) yang bernama [Chang Heng](#). Dengan alat ini orang pada masa tersebut bisa menentukan dari arah mana gempa bumi terjadi.

Dengan perkembangan teknologi dewasa ini maka kemampuan seismometer dapat ditingkatkan, sehingga bisa merekam getaran dalam jangkauan [frekuensi](#) yang cukup lebar. Alat seperti ini disebut seismometer [broadband](#). Pada prinsipnya, seismograf terdiri dari gantungan pemberat dan ujung lancip seperti pensil. Dengan begitu, dapat diketahui kekuatan dan arah gempa lewat gambaran gerakan bumi yang dicatat dalam bentuk [seismogram](#).

2. Penggunaan

Seismograf ada yang horizontal dan vertikal. Masing-masing mempunyai tugas masing-masing. Seismograf horizontal bertugas untuk mengukur atau mencatat getaran bumi pada arah horizontal. Sedangkan seismograf vertikal untuk mencatat getaran bumi pada vertikal.

Seismograf modern menggunakan elektromagnetik seismographer untuk memindahkan volatilitas sistem kawat tarik ke suatu daerah magnetik.

Dengan begitu, dapat diketahui kekuatan dan arah gempa lewat gambaran gerakan bumi yang dicatat dalam bentuk rekaman atau disebut juga seismogram. Saat ini, seismograf banyak digunakan oleh seismologist dalam mempelajari gempa bumi. Alat ini juga digunakan oleh BMKG (Badan Metreologi Klimatologi dan Geofisika).

3. Jenis-jenis Alatnya

Seismograf terdiri dari 2 jenis yaitu manual dan digital. Fungsi dan kegunaan setiap jenis, mempunyai sedikit perbedaan. Di bawah inilah penjelasan masing-masing seismograf.

a. Manual (mekanikal)

Jenis gerakan mekanikal dapat mendeteksi baik gerakan vertikal maupun gerakan horizontal tergantung dari pendular yang digunakan apakah vertikal atau horizontal.

b. Digital (elektromagnetik)

Seismograf modern menggunakan elektromagnetik seismographer untuk memindahkan volatilitas sistem kawat tarik ke suatu daerah magnetis. Peristiwa-peristiwa yang menimbulkan getaran kemudian dideteksi melalui spejlgavanometer.

Selain itu, seismograf digital modern menambahkan komponen keempat yaitu layar, "user-friendly", dan cepat transfer data.

Menurut, Keluarga Macintosh dari komputer menyediakan antarmuka pengguna yang konsisten dan maju dengan multi-tasking "sistem" yang memungkinkan seismograf digital untuk tetap bekerja di "latar belakang" sebagai tugas lainnya yang dilakukan. The software needed to run the seismographic station is , and the companion program is , which allows anyone with a Macintosh to display and analyze the digital seismograms. Perangkat lunak yang diperlukan untuk menjalankan stasiun seismographic adalah *SeismoGraf*, dan program pendamping adalah *SeismoView*, yang memungkinkan siapapun dengan Macintosh untuk menampilkan dan menganalisa seismogram digital.

Proses Kerja (Sistem Pengukuran)

Gempa bumi adalah getaran atau vibrasi permukaan bumi. Perhatikan kata "permukaan". Permukaan berarti hanya kerak bumi, suatu patahan di mana satu bongkah batu telah bergesekan dengan batu lain dengan kekuatan dan gesekan yang sangat besar. Energi dari gesekan ini diubah menjadi getaran di dalam batu-batuan. Dan getaran ini dapat terasa sampai ribuan mil.

Sekarang getaran-getaran gempa bumi ini adalah sejenis gerakan gelombang yang bergerak pada kecepatan yang berbeda-beda melalui kerak bumi yang berbatu-batu. Karena getaran-getaran itu mencapai jarak yang jauh dan merambat melalui batu-batuan, pada waktu getaran-getaran ini sampai di kota anda, anda bahkan tidak dapat melihatnya. Tetapi seismograf dapat mendeteksinya. Beginilah cara kerjanya.

Bayangkan sebuah balok atau pelat beton. Sebuah grafik yang ditempelkan balok atau pelat itu menonjol keluar. Grafik itu sejajar dengan tanah, seperti lembaran kertas. Di atasnya, sebuah balok menonjol keluar dari tempat tergantungnya suatu beban. Pada dasar beban itu terdapat sebuah pena, yang menyentuh grafik itu. Sekarang muncul gelombang gempa bumi. Balok beton bergerak dan demikian juga grafik yang menempel padanya. Tetapi beban yang digantung tidak bergerak. Jadi, pena itu membuat tanda-tanda pada grafik itu pada waktu pena itu bergerak dan kita memperoleh catatan tentang gempa bumi. Tentu saja alat ini dibuat dengan sangat teliti sehingga gerakan yang pling kecil sekalipun dapat dicatat.

Jadi, sistem pengukuran yang terjadi pada seismograf ada 3 tingkatan :

- 1) Tingkat 1 : tingkat pendeteksi

Fungsinya adalah untuk mendeteksi getaran di bawah tanah oleh alat yang tertancap di tanah.

2) Tingkat 2 : tingkat perantara getaran

Fungsinya adalah menyalurkan getaran dari alat yang tertancap di tanah, biasanya berbentuk tali atau semacamnya yang dapat menyalurkan getaran.

3) Tingkat 3 : tingkat penerima getaran

Fungsinya adalah menerima getaran dari perantara ke massa yang jadi satu dengan pena, sehingga pena tersebut bergerak sesuai getaran yang diterima.

Bagaimana mengukur gempa bumi dan daya rambatnya? Untuk mengetahui kekuatan getaran gempa bumi digunakan alat seismometer. Seismometer yang dirangkai dengan alat yang mencatat parameter gempa disebut seismograf. Sedangkan hasil rekaman pada piasnya disebut seismogram. Sebuah seismograf dapat mencatat gempa komponen vertical dan masing- masing- dan gempa komponen horizontal.

Ketika terjadi gempa, getaran gempa yang terekam adalah gelombang primer karena kecepatan rambatnya paling tinggi, lalu diikuti oleh rekaman gelombang sekunder yang memiliki kecepatan rambat lebih rendah dari gelombang primer. Gelombang permukaan datang paling akhir karena memiliki kecepatan rambat paling rendah. Seismograf mencatat semua getaran dan kecepatan rambat gempa bumi dalam bentuk seismogram dengan kata lain hasil rekaman dari getaran yang dicatat oleh seismograf dinamakan **seismogram**

Alat ini sangat sensitif terhadap gelombang seismik yang ditimbulkan karena gempa bumi, ledakan nuklir dan sumber gelombang seismik lainnya. hasil rekaman dari alat tersebut dinamakan **seismogram**.



Prinsip kerja dari alat ini yaitu mengembangkan kerja dari bandul sederhana. ketika mendapatkan usikan atau gangguan dari luar seperti gelombang seismik maka bandul akan bergetar dan merekam datanya seperti grafik.

Pada bandul matematis, berat tali diabaikan dan panjang tali jauh lebih besar dari pada ukuran geometris dari bandul. Pada posisi setimbang, bandul berada pada titik A. Sedangkan pada titik B adalah kedudukan pada sudut di simpangan maksimum (θ). Kalau titik B adalah kedudukan dari simpangan maksimum, maka gerakan bandul dari B ke A lalu ke B' dan kemudian kembali ke A dan lalu ke B lagi dinamakan satu ayunan. Waktu yang diperlukan untuk melakukan satu ayunan ini disebut periode (T).

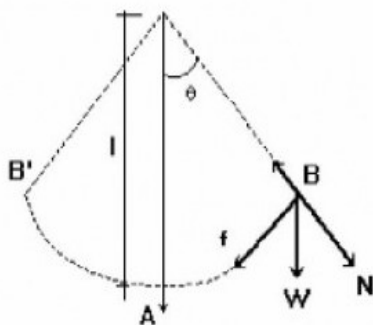
f = Komponen w menurut garis singgung pada lintasan bandul

P = Gaya tegang tali

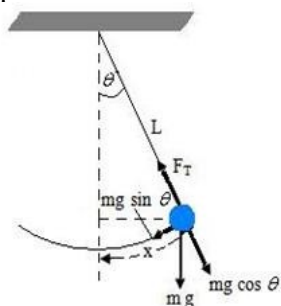
N = Komponen normal dari $W = m \cdot g$

l = Panjang tali

θ = Sudut simpangan



Gaya pemulih yang bekerja pada bandul yaitu $-mg \sin \theta$. Sehingga persamaannya dapat ditulis sbb :



$$F = -mg \sin \theta$$

Tanda negatif diatas menunjukkan bahwa gaya mempunyai arah yang berlawanan dengan simpangan sudut θ .

Karena gaya pemulih F berbanding lurus dengan $\sin \theta$ bukan dengan θ , maka gerakan tersebut *bukan* merupakan Gerak Harmonik Sederhana. Jika sudut θ kecil, maka panjang busur x ($x = L$ kali θ) hampir sama dengan panjang $L \sin \theta$.

Dengan demikian untuk sudut yang kecil, menggunakan pendekatan :

$$\sin \theta \approx \theta$$

Sehingga persamaan gaya pemulih menjadi :

$$F = -mg \sin \theta \approx -mg \theta$$

Karena :

$$x = L\theta$$

maka persamaan diatas menjadi persamaan yang sama seperti dengan hukum

Hooke :

$$F = -kx$$

Periode pendulum sederhana dapat kita tentukan menggunakan persamaan :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Konstanta gaya efektif k kita ganti dengan mg/L :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{mg/L}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow \theta \text{ kecil}$$

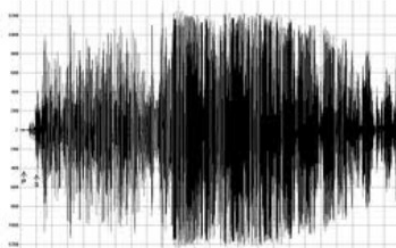
sehingga frekuensi pendulum sederhana

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}} \rightarrow \theta \text{ kecil}$$

Berdasarkan persamaan di atas, tampak bahwa periode dan frekuensi getaran pendulum sederhana bergantung pada panjang tali dan percepatan gravitasi. Karena percepatan gravitasi bernilai tetap, maka periode sepenuhnya hanya bergantung pada panjang tali (L). Dengan kata lain, periode dan frekuensi pendulum tidak bergantung pada massa beban alias bola pendulum. hasil rekamannya seperti dibawah ini,



Dari grafik yang dihasilkan tersebut maka institusi yang berwenang dapat mengeluarkan peringatan akan adanya bencana gunung meletus. Tentunya grafik tersebut telah dikalibrasi sehingga peringatannya juga akurat..

Ada beberapa skala yang digunakan untuk mengukur kekuatan gempa bumi. Skala Mercalli, Omori, Cancani, dan skala Richter* merupakan skala yang digunakan, namun skala Richter adalah yang paling populer untuk mengukur kekuatan gempa bumi yang disebut dengan magnitudo (M). Berdasarkan skala-skala ini orang dapat mengenali kekuatan gempa yang pada akhirnya berguna untuk mengantisipasi seperti desain konstruksi bangunan dan jalan raya

Menurut skala Richter kekuatan gempa bumi dapat dilihat sebagai berikut :

-) > 3,5 Umumnya tidak terasa, tetapi terekam.
-) 3,5-5,4 Seringkali terasa, tetapi jarang mengakibatkan kerusakan.
-) < 6,0 Dapat menyebabkan kerusakan besar pada bangunan yang kurang kuat dan meliputi daerah yang kecil.
-) 6.1-6.9 Dapat menimbulkan kerusakan pada fisik dan menimbulkan korban jiwa manusia pada radius sampai 100 kilometer.
-) 7.0-7.9 Pada skala ini termasuk gempa bumi besar. Dapat menyebabkan kerusakan serius pada daerah yang lebih luas.
-) > 8 Gempa bumi besar. Dapat menyebabkan kerusakan serius pada daerah yang meliputi beberapa ratus kilometer.

Sebagai contoh, gempa bumi di Aceh mencapai kekuatan 9,0 skala Richter yang mengakibatkan kerusakan fisik yang amat besar dan menimbulkan korban yang banyak.

Sebenarnya, studi tentang gempa bumi dikenal sebagai "seismologi". Sekarang mari kita melihat mengapa anda tidak merasakannya dan para ilmuwan dapat membuat catatan tentangnya.

Gempa bumi adalah getaran atau vibrasi permukaan bumi. Perhatikan kata "permukaan". Permukaan berarti hanya kerak bumi, suatu patahan di mana satu bongkah batu telah bergesekan dengan batu lain dengan kekuatan dan gesekan

yang sangat besar. Energi dari gesekan ini diubah menjadi getaran di dalam batu-batuan. Dan getaran ini dapat terasa sampai ribuan mil. Sekarang getaran-getaran gempa bumi ini adalah sejenis gerakan gelombang yang bergerak pada kecepatan yang berbeda-beda melalui kerak bumi yang berbatu-batu. Karena getaran-getaran itu mencapai jarak yang jauh dan merambat melalui batu-batuan, pada waktu getaran-getaran ini sampai di kota anda, anda bahkan tidak dapat melihatnya. Tetapi seismograf dapat. Beginilah cara kerjanya. Bayangkan sebuah balok atau pelat beton. Sebuah grafik yang ditempelkan balok atau pelat itu menonjol keluar. Grafik itu sejajar dengan tanah, seperti lembaran kertas. Di atasnya, sebuah balok menonjol keluar dari tempat tergantungnya suatu beban. Pada dasar beban itu terdapat sebuah pena, yang menyentuh grafik itu. Sekarang muncul gelombang gempa bumi. Balok beton bergerak dan demikian juga grafik yang menempel padanya. Tetapi beban yang digantung tidak bergerak. Jadi, pena itu membuat tanda-tanda pada grafik itu pada waktu pena itu bergerak dan kita memperoleh catatan tentang gempa bumi. Tentu saja alat ini dibuat dengan sangat teliti sehingga gerakan yang paling kecil sekalipun dapat dicatat.

2.2.6.1 Kelebihan dan Kekurangan

Setiap alat seismograf dibuat secara perhitungan khusus. Tetapi kelebihan dan kekurangan alat tersebut pasti ada, itu dikarenakan alat tersebut berfungsi untuk mengetahui atau mendeteksi getaran, atau gempa bumi. Berikut adalah kelebihan dan kekurangan seismograf :

a. Kelebihan

Kelebihan seismograf termasuk dari fungsi seismograf itu sendiri. Karena seismograf terdapat banyak jenis dan macamnya. Jadi, seismograf mempunyai tugas masing-masing. Berikut adalah kelebihan seismograf :

1) Seismograf menggunakan dua klasifikasi yang berbeda untuk mengukur Gelombang seismik yang dihasilkan gempa, yaitu besaran gempa dan intensitas gempa. Kedua klasifikasi pengukuran ini menggunakan skala pengukuran yang berbeda pula. Skala pengukuran gempa tersebut terdiri dari skala Richter dan Skala Mercalli . Skala Richter digunakan untuk menggambarkan besaran gempa, sedangkan Skala Mercalli digunakan untuk menunjukkan intensitas gempa, atau pengaruh gempa terhadap tanah, gedung, dan manusia.

2) Karena seismograf lama terdiri dari 2 macam yaitu Seismograf horizontal bertugas untuk mengukur atau mencatat getaran bumi pada arah horizontal. Sedangkan seismograf vertikal untuk mencatat getaran bumi pada vertikal.

b. Kekurangan

Alat seismograf dapat mengetahui getaran sekecil mungkin, tetapi bukan berarti seismograf tidak mempunyai kelemahan atau kekurangan. Kekurangan seismograf tersebut disebabkan oleh :

- 1) Jika getaran yang terlalu kuat membuat seismograf tidak mampu membuat catatan, karena tangkai alat pencatat bisa mengalami kerusakan.
- 2) Karena seismograf adalah alat yang selalu didekatkan dekat dengan lokasi getaran. Jadi, ada peraturan yang memasang seismograf tersebut pada saat getaran besar terjadi, karena melalui beberapa pertimbangan.

2.3 KEMAGNETAN BUMI

2.3.1 Komponen Medan Magnet

Arah dan kekuatan medan magnetik dapat diukur dipermukaan bumi. total medan magnetik dapat diuraikan menjadi beberapa komponen.

- 1) Declination (D) menunjukkan perbedaan (dalam derajat), antara arah utara sebenarnya dan arah utara magnetik.
- 2) Inclination (I) Besar sudut (dalam derajat), dari arah medan magnet dengan bidang horisontal.
 - a. Horizontal Intensity (H) mendefinisikan komponen horisontal dari intensitas medan magnet total.
 - b. Vertical Intensity (Z) mendefinisikan komponen vertikal dari intensitas medan magnet total.
 - c. Total Intensity (F) adalah kekuatan medan magnet total.

2.3.2 Medan Magnet Bumi

Bumi memiliki medan magnet yang dibangkitkan oleh inti bumi. Seperti hanya pada magnet batang, magnet bumi juga memiliki kutub-kutub (utara dan selatan). Letaknya dekat dengan kutub-kutub bumi.

Matahari secara terus-menerus memancarkan partikel-partikel ke angkasa luar. Pancaran ini dinamakan angin surya yang setelah sampai ke bumi berinteraksi dengan medan magnet bumi yang disebut magnetosfer. Akibat

inetraksi ini, bentuk magnetosfera menjadi seperti komet karena adanya embusan angin surya tersebut.

Magnetosfera merupakan perisai bumi terhadap partikel-partikel dari matahari yang dapat membahayakan kehidupan makhluk bumi. Partikel-partikel yang datang ke arah bumi dihadang oleh magnetosfera sehingga terkurung di dalam medan ini. Daerah tempat terkurungnya partikel-partikel tersebut dinamakan sabuk radiasi Van Allen.

Aurora adalah lengkungan lembaran (seperti tirai) cahaya beraneka warna yang selalu bergerak-gerak di langit. Peristiwa ini akibat variasi medan magnet bumi yang timbul karena adanya peningkatan aktivitas matahari sehingga intensitas angin surya yang menghantam bumi bertambah besar. Posisi aurora sekitar 100-1000 km di atas permukaan bumi.

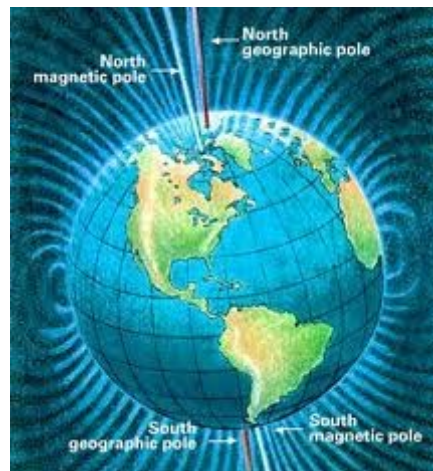
Kemagnetan bumi ditandai oleh dua hal, yaitu inklinasi magnetik (magnetic inclination) dan deklinasi magnetik (magnetic declination).

Inklinasi magnetik adalah sudut inklinasi (kemiringan) antara jarum magnet terhadap horizontal. Di daerah belahan bumi utara, titik utara jarum magnet berinklinasi ke arah horizon, sedangkan untuk bumi selatan, titik selatan jarum magnet berinklinasi ke arah horizon.

Sudut inklinasi berbeda-beda untuk setiap tempat yang berlainan. Dari ekuator ke arah kutub magnet, sudut inklinasi semakin besar, dan tepat di kutub magnet, jarumnya maksimum, yaitu jarum magnet berhenti pada posisi tegak lurus. Garis yang menghubungkan tempat-tempat di bumi yang berinklinasi sama dinamakan isoclines (garis isoklin).

Deklinasi magnetis adalah besarnya sudut yang dibentuk antara arah jarum magnet dan garis bujur geografis, baik di sebelah timur maupun barat. Besarnya deklinasi berbeda-beda untuk setiap tempat. Garis yang menghubungkan tempat-tempat di bumi yang berdeklinasi sama dinamakan isogon. Isogon yang deklinasinya nol disebut meridian magnetis.

Garis-garis isogon membujur dari satu titik di utara menuju ke satu titik di selatan. Titik-titik ini tidaklah sama dengan titik-titik kutub geografis. Koordinat kutub utara magnet adalah 70°05'03" Lintang Utara dan 96°45'03" Bujur Barat, sedangkan koordinat kutub selatan magnet adalah 75°06' Lintang Selatan dan 154°08' Bujur Timur.



Gambar 2.3.2 Medan Magnet Bumi

BAB III

PENUTUP

3.1 KESIMPULAN

Gunung api adalah lubang atau saluran yang menghubungkan suatu wadah berisi bahan yang disebut magma. Suatu ketika bahan tersebut ditembakkan melalui saluran ke permukaan bumi dan sering terhimpun di sekelilingnya sehingga membangun suatu kerucut yang dinamakan kerucut gunung api.

Proses vulkanisme meliputi ekstrusi yaitu peristiwa penerobosan magma keluar sampai ke permukaan bumi dengan membentuk pegunungan dan gunung berapi (volcano) dan intrusi yaitu penerobosan magma ke permukaan bumi tetapi belum sampai ke permukaan.

Gempa bumi adalah berguncangnya bumi yang disebabkan oleh tumbukan antar lempeng bumi, patahan aktif aktivitas gunung api atau runtuhannya batuan. Kekuatan gempa bumi akibat aktivitas gunung api dan runtuhannya batuan relatif kecil sehingga kita akan memusatkan pembahasan pada gempa bumi akibat tumbukan antar lempeng bumi dan patahan aktif.

Bumi memiliki medan magnet yang dibangkitkan oleh inti bumi. Seperti hanya pada magnet batang, magnet bumi juga memiliki kutub-kutub (utara dan selatan). Letaknya dekat dengan kutub-kutub bumi.

3.2 SARAN

Tak ada gading yang tak retak, begitu juga dengan makalah kami ini yang masih begitu banyak kekurangan. Oleh karena itu kami sarankan kepada para pembaca untuk membaca referensi yang lebih banyak yang actual dan factual untuk menambah wawasan mengenai Vulkanisme, Gempa Bumi, dan Kemagnetan Bumi.

DAFTAR PUSTAKA

Mulyo, Agung.2008.*Pengantar Ilmu Kebumian*. Bandung : CV Pustaka Setia

<http://sains.geoklik.com/pengertian-vulkanisme-dan-bentuk-bentuk-instruksi-magma/>

<http://geografizone.blogspot.com/2010/11/vulkanisme.html>

<http://www.anneahira.com/vulkanisme.htm>

<http://edukasi.kompasiana.com/2011/11/25/vulkanisme/>

<http://nasrulbintang.wordpress.com/2011/12/12/pengertian-vulkanisme/>

<http://sains.geoklik.com/pengertian-vulkanisme-dan-bentuk-ekstrusi-magma/>

<http://sains.geoklik.com/pengertian-gerak-tektonik-dan-jenisnya/>

<http://sains.geoklik.com/pengertian-erupsi-dan-tanda-tanda-terjadinya-erupsi/>

<http://zonapositive.wordpress.com/2010/11/03/jenis-gunung-berapi-berdasarkan-bentuknya/>

http://id.wikipedia.org/wiki/Gunung_berapi

<http://coretankeciliky.blogspot.com/2012/05/macam-macam-gunung-dan-gunung-berapi.html>

<http://imagination-my.blogspot.com/2012/01/bentuk-gunung-api.html>

<http://intisari-online.com/read/mengukur-kekuatan-gempa>

http://id.wikipedia.org/wiki/Skala_Richter

http://id.wikipedia.org/wiki/Skala_Mercalli

http://id.wikipedia.org/wiki/Skala_kekuatan_Moment

<http://bumidanantariksa.blogspot.com/2011/07/kemagnetan-bumi-geomagnetism.html>

<http://blogucihasukardi.blogspot.com/2012/03/teori-kemagnetan-bumi.html>