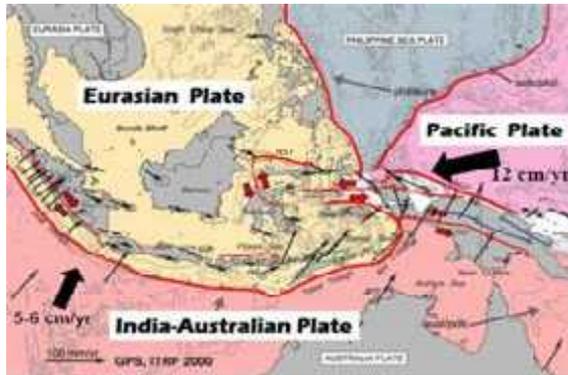


BAB 2

LEMPENG TEKTONIK GUNUNG KELUD

Posisi negara kita yang berada pada jalur geologi yang memiliki aktivitas yang sangat tinggi. Tercatat sebanyak 129 gunung api berada di Kepulauan Indonesia, yang mana 70 diantaranya merupakan tergolong ke dalam kelas A dengan riwayat letusan yang tercatat dalam data gunung api sejak tahun 1600 Masehi. Indonesia kerap sekali mengalami bencana gempa bumi. Mayoritas gempa yang melanda Indonesia disebabkan oleh pergerakan lempeng dan sisanya diakibatkan oleh gempa vulkanik. Dikarenakan dua pertiga dari total wilayahnya berupa lautan, gempa yang terjadi dalam skala yang besar juga mampu mengakibatkan terbentuknya gelombang tsunami. Dengan melihat realita yang ada, harus disadari bahwa sangat penting untuk mengetahui dan mengenali ciri-ciri dari lempeng-lempeng yang mengelilingi wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia.⁹

⁹ Eni Anjayani, *Indonesia Di Pertemuan 3 Lempeng Tektonik* (Klaten: Penerbit Cempaka Putih, 2018). hal, 4.



Gambar 2.1 Tiga lempeng yang mengapit Indonesia¹⁰

Seperti halnya negara Jepang dan Filipina, negeri ini merupakan sekian dari banyak negara yang dilewati oleh cincin api dunia atau juga disebut *ring of fire*. Hal ini yang mengakibatkan banyaknya gunung api yang terdapat di Indonesia. Definisi secara singkat mengenai sabuk atau cincin api ialah gugusan gunung api yang terbentang secara memanjang hingga radius ribuan kilometer. Pada gugusan gunung ini, terdapat banyak sekali gunung api yang masih aktif dengan jumlah mencapai lebih dari seribu gunung. Selain yang aktif, di dalamnya juga terdapat gunung yang sudah mati. Gunung api yang mati merupakan gunung api yang tidak menampakkan lagi aktivitas vulkanik berupa letusan. Juga terdapat gunung api yang sedang tertidur. Gunung api yang tertidur merupakan gunung api yang sekian lama sudah tidak memperlihatkan aktivitas vulkanik akan tetapi masih berpotensi untuk meletus lagi.

¹⁰ Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. *Gempa Bumi*. Diakses dari <http://balai3.denpasar.bmkg.go.id/tentang-gempa> tanggal 29 Januari 2021.

Secara tidak sengaja negara Indonesia dilewati oleh dua jalur pegunungan dunia atau biasa lebih dikenal dengan sebutan “sirkum”. Sirkum yang pertama yakni Sirkum Mediterania. Sabuk atau Sirkum, Mediterania ini berawal dari Benua Afrika, kemudian ke Laut Tengah, lalu masuk ke Benua Eropa, lalu ke Yunani, Turki, lalu masuk ke Benua Asia melewati Turki, Iran serta Pegunungan Himalaya, terus mengarah ke Asia Tenggara, kemudian berbelok ke arah selatan ke Kepulauan Nikobar, Pulau Sumatera, kemudian Pulau Jawa, Nusa Tenggara dan akhirnya berhenti di laut Banda (Maluku Selatan). Sedangkan sirkum yang kedua dinamakan Sirkum Pasifik. Adapun sirkum ini berawal dari Selandia Baru, Pasifik Barat Daya, kemudian masuk ke Pulau Irian, lanjut ke kepulauan Maluku serta Sulawesi bagian utara, lalu menuju ke Kepulauan Filipina, kemudian ke negara Jepang, lalu ke negara bagian Alaska, masuk ke Amerika bagian barat, dan berakhir di Amerika Latin.



Gambar 2.2 Jalur Sirkum Pasifik dan Sirkum Mediterania¹¹

Adanya sirkum atau gugusan gunung api ini ada hubungannya dengan pertemuan dua lempeng tektonik dunia,

¹¹Perbedaan Deretan Jalur Pegunungan Sirkum Mediterania dan Sirkum Pasifik. Diakses <https://www.geologinesia.com/2020/03/sirkum-mediterrania-dan-pasifik.html> tanggal 20 November 2020.

lempeng tektonik merupakan bagian yang tidak bisa terpisahkan dari lapisan kerak bumi. Sebenarnya secara keseluruhan bumi tersusun atas 12 lempeng bumi yang berukuran sangat besar dan ada pula lempeng yang berukuran kecil. Seperti halnya yang sudah diketahui sebelumnya, lempeng-lempeng tektonik penyusun bumi ini selalu mengalami pergerakan dan terkadang pula bertabrakan antara satu sama lain.

Pada banyak wilayah, bagian cair yang berasal dari kulit bumi yang terletak di bawah bumi yang memaksa keluar kemudian terbentuklah sebuah gunung api. Keadaan ini sesuai dengan gempa bumi yang kerap melanda negara kita Indonesia.

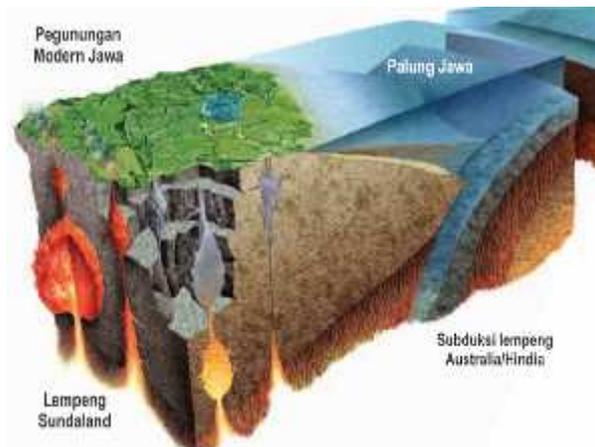
Dua lempeng dunia: Lempeng Euro-Asia dan Indo Australia bertemu di sebelah barat Pulau Sumatera, selatan Pulau Jawa dan Nusa Tenggara. Salah satu gunung yang terbentuk dari adanya gerakan lempeng adalah Gunung Kelud, Kediri Jawa Timur.¹²

A. Lempeng Pembentuk Gunung Kelud

Seperti kebanyakan gunung api yang ada di Pulau Jawa, Gunung Kelud merupakan gunung yang terbentuk akibat dari adanya proses subduksi (penunjaman) antara Lempeng Indo-Australia terhadap Lempeng Eurasia di sebelah selatan Pulau Jawa. Zona Subduksi antara Lempeng Indo- Australia dengan Lempeng Eurasia dapat terlihat pula di selatan Pulau Jawa berbentuk sebagai Palung Jawa yang membentang dari bagian barat ke timur dan pada bagian utara terbentang pegunungan bawah laut yang memanjang sering juga dikenal sebagai

¹² Purwanto. *AWAS GUNUNG API*, (Bandung: PUSTAKA JAYA, 2018), Hal. 10-12

busur luar. Umur dari Subduksi Jawa sekitar lebih dari 150 juta tahun yang lalu. Zona Subduksi ini sering dianggap *aseismic* yang berarti tidak akan bisa menghasilkan gempa. Akan tetapi, gempa yang terjadi di Pancer Banyuwangi pada tahun 1994 silam, dan gempa di Pangandaran tahun 2006, yang keduanya memiliki magnitudo 7,8 SR mematahkan anggapan bahwa zona subduksi di sebelah selatan Jawa telah mati.

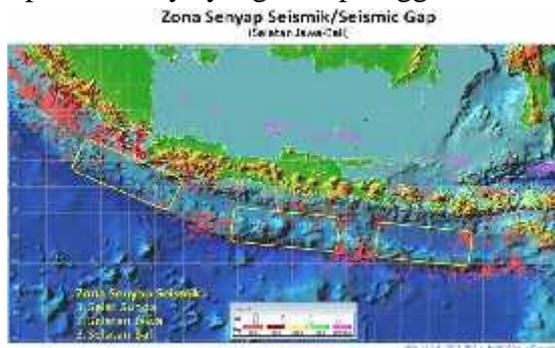


Gambar 2.3 Ilustrasi Zona Subduksi Selatan Pulau Jawa¹³

Hal tersebut dapat menunjukkan bahwasanya proses subduksi harus selalu diwaspadai dan tetap diperhitungkan yang nantinya bisa saja akan menyebabkan terjadinya suatu gempa yang besar. Diantara wilayah tersebut terdapat daerah

¹³Angga Jati Widiatama. 2020. Subduksi Jawa: *Penyebab Variasi Gunung Api dan Patahan di Pulau Jawa*. Diakses dari <https://kumparan.com/angga-jati%20%20widiatama/subduksi-jawa-penyebab-variati-gunung-api-dan-patahan-di-pulau-jawa-1tAToBzRuhD> tanggal 25 November 2020.

yang disebut *seismic gap* dengan panjang kurang lebih 400 km. Daerah ini merupakan wilayah yang diyakini memiliki potensi besar untuk menyebabkan terjadinya gempa bumi dahsyat, karena daerah ini belum mengalami pematahan. Selain berhubungan dengan zona penunjaman yang terdapat di Pulau Jawa, di Pulau Jawa juga terdapat beberapa sesar-sesar yang aktif yang mampu menjadi pusat gempa. Seperti halnya yang terjadi pada gempa Yogyakarta tahun 2006. Gempa-gempa yang terjadi cenderung bersifat gempa dangkal, sehingga mampu memberikan dampak yang cukup besar terutama pada penduduk Pulau Jawa yang terkenal akan kepadatan penduduknya yang cukup tinggi.¹⁴



Gambar 2.4 Zona seismic Gap Selatan Pulau Jawa¹⁵

Dari berbagai gunung api yang terdapat di pulau jawa, Gunung Kelud, Semeru dan Bromo merupakan Gunung yang berada di Zona Tengah sekali gunung yang paling aktif

¹⁴ Samodra, S.B. dan Chandra, V. R. “Karakteristik Gempa Bumi di Sumatera dan Jawa Periode Tahun 1950-2013”, Teknik Geologi UGM 2013

¹⁵ BMKG : Ada Peningkatan Aktifitas Gempa di Selatan Pulau Jawa, Warga Harus Tahu Cara Menyelamatkan Diri Jika Terjadi Apa-Apa. Diakses dari <https://apakabaronline.com/bmkg-ada-peningkatan-aktifitas-gempa-di-selatan-pulau-jawa-warga-harus-tahu-cara-menyelamatkan-diri-jika-terjadi-apa-apa/> tanggal 26 November 2020.

daripada gunung-gunung yang lain. Gunung Kelud merupakan Gunung yang masuk dalam tipe “kaldera”. Sejak tahun 1000 hingga tahun 2007, Gunung Kelud sudah mengalami peristiwa vulkanik kurang lebih sebanyak 32 kali. Letusan yang terjadi pada 20 Mei tahun 1919 merupakan letusan Gunung Kelud kedua terdahsyat. Letusan ini memakan korban jiwa sebanyak 5.160 penduduk. Jumlah material vulkanik yang terlontar dari kawah gunung sebanyak 323 juta m³ yang mengguyur 104 desa, 9000 rumah dan 135 km² lahan pertanian serta mengakibatkan matinya 1.571 ekor sapi.¹⁶

Menurut data yang ada, gunung Kelud mengalami letusan sejak tahun 1000 masehi. Gunung api ini termasuk ke dalam jenis gunung api stratovolcano dengan ciri khas berupa letusan eksplosif. Adapun material vulkanik yang dilontarkan oleh letusan Gunung Kelud dapat berupa abu, kerikil (lapilli, batuan, pasir dan bongkahan dengan besaran sekitar 30 cm dengan disertai luncuran awan panas. Jarak tempuh yang dapat dicapai material-material yang berupa pasir dan kerikil dapat menjangkau wilayah sejauh 20 km.

Gunung Kelud sendiri berada pada lintasan Cincin Api. Sekitar 53 gunung api terdapat di Pulau Jawa. Provinsi Jawa Barat memiliki gunung api terbanyak dengan jumlah 24 buah, kemudian diikuti oleh provinsi Jawa Timur dengan jumlah gunung api sebanyak 19 buah, kemudian provinsi DIY dan Jawa Tengah sejumlah 10 gunung api. Status gunung api yang tersebar di Pulau Jawa sangat beragam, mulai dari yang aktif, istirahat bahkan matipun juga ada. Persebaran dari gunung api

¹⁶ M. Dwi Cahyono, “*Vulkano-Historis Kelud Dinamika Hubungan Manusia Gunung Api*”. KALPATARU. Majalah Arkeologi. Vol 21. No. 2. November 2012, hal. 87.

yang berada di Jawa Timur diklasifikasikan menjadi empat gugusan. Keempat gugusan meliputi (1) bagian tengah mencakup gunung Lawu, Wilis, dan Liman. (2) Koridor tengah mencakup Gunung Anjasmoro dengan puncaknya Gunung Arjuno, Welirang, Anjasmoro. Wayang (Ringgit, Kawi dan Gunung Kelud. (3) kelompok tengger mencakup gunung Bromo dan Semeru. (4) daerah Tapal Kuda mencakup Gunung Argopuro dan Gunung Raung.

B. Morfologi Gunung Kelud

Berdasarkan data Gunung Kelud memiliki morfologi yang tidak teratur. Hal tersebut diakibatkan oleh erupsi dari Gunung Kelud yang cenderung eksplosif serta diikuti oleh pembentukan kubah lava. Puncak Kelud (1731 mdpl), Lirang (1414 mdpl), Sumbing 1518 mdpl, Gajah mungkur (1488 mdpl) dan Kombang (1514 mdpl) adalah kubah ekstrusif yang memiliki tingkat kemiringan sekitar 40°. Beberapa kawah yang sudah ada dari dulu juga masih bisa ditemui di sekitar danau kawah dari puncak Gunung Kelud. Formasi dari kawah-kawah yang sedemikian rupa mengakibatkan bentuk puncak Kelud menjadi tidak teratur. Beberapa kawah yang dimaksud adalah Lirang, Gajah Mungkur, Tumpak, Sumbing I, Sumbing II, Dargo, Gupit, Badak I, Badak II dan Kelud. Pola Barisan tersebut mengindikasikan adanya pola *stream radial* (menyebar) yang membentuk huruf V.

Stratigrafi oleh struktur batuan yang membentuk Gunung Kelud terdiri atas berbagai macam aliran lava, kubah lava, aliran material piroklastik dan timbunan material piroklastik yang bertekstur lembut. Struktur batuan pada pra-Kelud terdiri atas batuan-batuan vulkanik yang berasal dari

batuan vulkanik pegunungan selatan, yakni Gunung Anjasmoro, Gunung Butak, dan Gunung Kawi. Timbunan sekunder berasal dari material lahar dingin dan kolovium (endapan dari lereng).

Struktur geologi dari Gunung Kelud selain terbentuk dari 10 kawah tersebut, juga tersimpan di dalamnya sekitar 32 patahan normal. Kawah yang berjumlah 10 tersebut secara umur berurutan dari yang tertua (Lirang) sampai yang termuda (Kelud) dan merupakan pusat letusan yang berpindah dengan melawan arah jarum jam. Setiap peristiwa meletusnya Gunung Kelud menghasilkan material piroklastik dan pada umumnya menghancurkan sebagian dari kawah yang lama. Hal ini semakin memperkuat bahwa erupsi (letusan) yang terjadi pada Gunung Kelud bersifat eksplosif. Secara petrologis, struktur batuan-batuan vulkanik G. Kelud dapat dikelompokkan dalam *calc-alkaline* (magnesia dan kalsium oksida) dan mengalami perubahan yang pada mulanya merupakan berasal dari batuan basalt medium hingga menjadi batuan andesit medium.¹⁷

¹⁷ Kirbani Sri Brotopuspito dan Wahyudi, , “*Erupsi Gunung Kelud Dan Nilai-B Gempa Bumi Di Sekitarnya*”.Jurusan Fisika FMIPA UGM. hal 49.



Gambar 2.5 Macam-Macam Batuan Beku¹⁸

Berdasarkan data yang dihimpun oleh Badan Geologi, secara bentuk (morfologi), Gunung Kelud dapat dikelompokkan dalam beberapa bagian, yakni bagian puncak dan kawah, bagian tubuh gunung api, bagian kerucut samping, bagian kaki dan dataran serta wilayah pegunungan di sekelilingnya.

Bagian yang pertama adalah morfologi Gunung Kelud bagian puncak dan kawah. Dalam bagian ini memiliki tingkat ketinggian sekitar 1000 mdpl. Bagian tersebut tersusun atas kubah lava, aliran lava, dan batuan piroklastik. Pada bagian ini morfologinya cenderung tidak teratur, dengan bentuk berbukit-bukit disertai adanya tebing-tebing yang curam dan memiliki tingkat kemiringan lereng lebih dari 40 derajat. Pola aliran yang ada pada bagian morfologi ini adalah aliran *radial* (menyebar).

¹⁸Batuan Beku : Pengertian, Ciri Khusus, Jenis dan Contoh. Diakses dari <https://jagad.id/batuan-beku/> tanggal 26 Desember 2020.



Gambar 2.6 Puncak dan kawah Gunung Kelud¹⁹

Morfologi selanjutnya merupakan bagian tubuh gunung api. Bagian ini berada pada ketinggian 600-1000 mdpl. Bagian ini terbentuk dari batuan piroklastik, endapan lahar dan batuan jatuhan. Memiliki tingkat kemiringan antara 5-20°. Pola aliran yang banyak dijumpai pada bagian ini adalah aliran *radial-paralel*.



Gambar 2.7 Tubuh Gunung Kelud dari kejauhan²⁰

¹⁹*Legenda Gunung Kelud*. Diakses dari <https://ceritarakyatnusantara.com/id/folklore/186-Legenda-Gunung-Kelud#> tanggal 27 Desember 2020.

²⁰ *Pendakian Gunung Kelud 1.731 mdpl via Tulungrejo*. Diakses dari <https://www.manusialembah.com/2016/05/pendakian-gunung-kelud-1731-mdpl-via.html> tanggal 29 Januari 2021.

Kemudian morfologi yang ketiga adalah bagian kerucut samping. Pada bagian ini tersusun atas Bukit Umbuk (1014 m) di sisi utara barat daya, Bukit Pisang (865 m) di sisi selatan, Bukit Kramasan (944 m) di sisi tenggara dari lereng Gunung Kelud. Bagian ini terbentuk dari aliran lava, piroklastik aliran dan kubah lava. Pada bagian ini memiliki tingkat kemiringan lereng lebih dari 20°.



Gambar 2.8 Kerucut Samping Gunung Kelud²¹

Bagian yang terakhir dari Gunung Kelud adalah bagian kaki dan dataran. Pada bagian ini memiliki tingkat ketinggian kurang dari 600 mdpl. Dengan tingkat kemiringan lereng kurang dari 5° dan memiliki aliran dengan tipe *parallel braided*. Pada bagian ini tersusun atas endapan dan piroklastik jatuhan.²²

²¹Agung Hari Wijaya. *Gunung Kelud : Berlebaran di 1731 mdpl*.

Diakses <https://sahabatransel.com/gunung-kelud-berlebaran-di-1731-mdpl/> tanggal 29 Januari 2021.

²² Badan Geologi: Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, *G.Kelud-Geologi*. Diakses dari <https://vsi.esdm.go.d/index.php/gunungapi/data-dasar-gunungapi/538-g-kelud?start=5>, pada tanggal (11 November 2020 Pukul 12:00 WIB).



Gambar 2.9 Kawasan kaki Gunung Kelud²³

²³ Hari Triwasono. 2017. *Tamasya merekah di lereng Gunung Kelud*. Diakses dari <https://lokadata.id/artikel/tamasya-merekah-di-lereng-gunung-kelud> tanggal 20 November 2020.