

# GEMPA BUMI DAN MEKANISMENYA

Oleh : Nur Hidayat dan Eko Widi Santoso

## ABSTRAK

Gempa bumi seringkali terjadi dan dialami oleh masyarakat, khususnya yang bertempat tinggal di daerah jalur gempa. Namun demikian tidak banyak yang paham tentang pengetahuan gempa dan penyebabnya. Memberikan pengertian yang sederhana tentang gempa merupakan langkah yang tepat dalam menggali tentang fenomena gempa baik pengertian gempa itu sendiri, sifat-sifatnya, penyebabnya serta aspek-aspek lain yang tentunya sangat bermanfaat dalam usaha-usaha meredam dampak yang ditimbulkan oleh gempa itu. Informasi yang lengkap baik yang bersifat teknis maupun non teknis tentang gempa sangat bermanfaat bagi pemerintah dalam mengambil tindakan seperti pencegahan, penyelamatan serta perlindungan terhadap aset nasional apabila gempa terjadi.

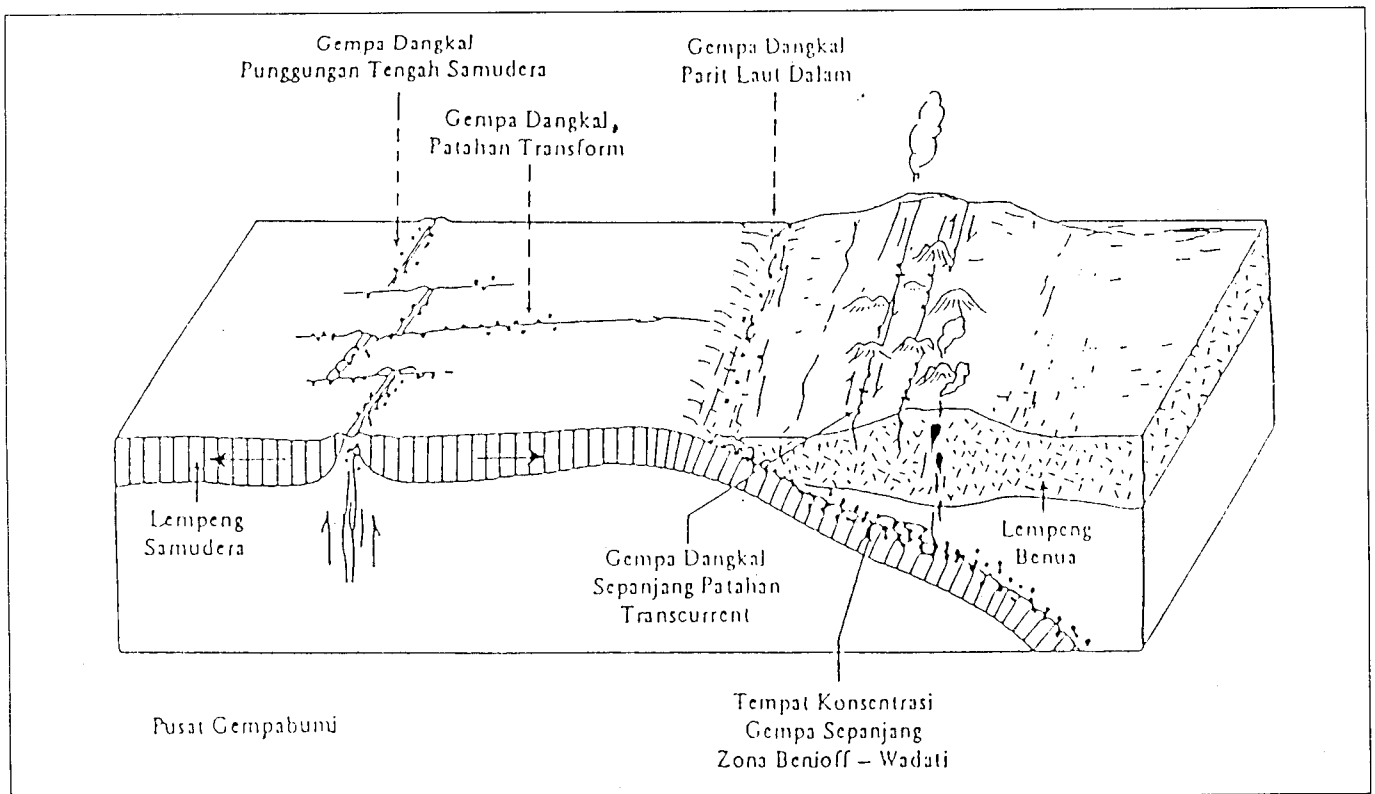
## I. PENDAHULUAN

Gempa bumi merupakan bencana alam yang datangnya secara tiba-tiba dan dalam waktu yang relatif singkat menghancurkan semua yang ada di muka bumi ini baik harta, benda dan manusia. Sedangkan menurut Lutgens (1982) gempa bumi adalah getaran bumi yang dihasilkan oleh percepatan energi yang dilepaskan, energi ini menyebar ke segala arah dari pusat sumbernya. Gempa bumi di Indonesia seringkali dijumpai mengingat Indonesia merupakan pertemuan tiga buah lempeng tektonik yang membentuk jalur-jalur gempa dan jalur vulkanisme yang memberikan dampak begitu

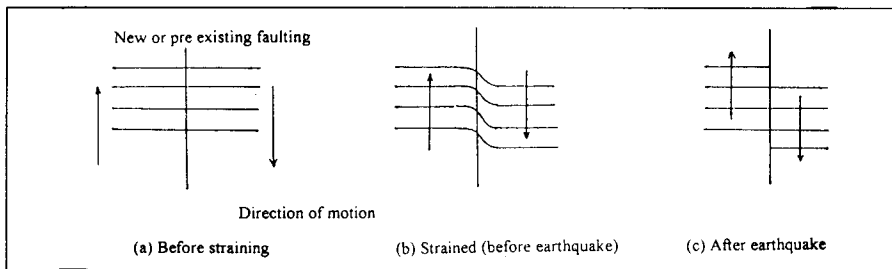
besar terhadap distribusi penyebaran gempa di Indonesia. Beberapa contoh kejadian gempa yang pernah terjadi di Indonesia yaitu di Aceh tahun 1936, 1964, 1967, 1983, di Sumatera Utara tahun 1843, 1861, 1873, 1892, Sumatera Barat tahun 1904, 1926, 1977, 1979, di Propinsi Jambi, Bengkulu dan masih banyak lagi. Gempa bumi dapat disebabkan oleh beberapa hal yaitu jatuhnya meteor, aktivitas vulkanik (sering disebut gempa vulkanik), longoran, runtuh-timbunan batuan di penambangan-penambangan, ledakan nuklir bawah tanah, pergerakan lempeng tektonik dan lain-lain. (Boen, 1985). Beberapa faktor sosiologi seperti kepa-

datan penduduk, waktu kejadian gempa dan kesiapsiagaan dari komunitas itu sendiri adalah penentu jumlah korban akibat gempa itu sendiri. Sampai sekarang ini kita hanya mampu mengerjakan sedikit untuk meminimasi dampak dari gempa secara langsung.

Gempa bumi yang perlu mendapatkan perhatian karena mempunyai pengaruh yang sangat mengerikan adalah gempa tektonik. Hal yang perlu diketahui adalah besarnya frekuensi yang terjadi, energi yang dibebaskan dan luas pengaruhnya dalam kaitannya dengan pergerakan lempeng tektonik. Akibat gempa bumi tektonik dapat



Gambar 1. Tempat-tempat yang mempunyai potensi terjadinya gempa serta hubungannya dengan teori tektonik lempeng (Katili, 1986)



Gambar 2. Mekanisme awal deformasi yang mengakibatkan gempa

menimbulkan pergeseran sepanjang bidang patahan dengan kisaran 1-10 m dan umumnya 0,2-0,8 m (Bray et al, 1994). Pusat-pusat gempa bumi tektonik berkaitan erat dengan tempat-tempat yang sering terjadi pergerakan pada kulit bumi yaitu di zona subduksi dan patahan (Katili, 1986) seperti yang terlihat pada Gambar 1.

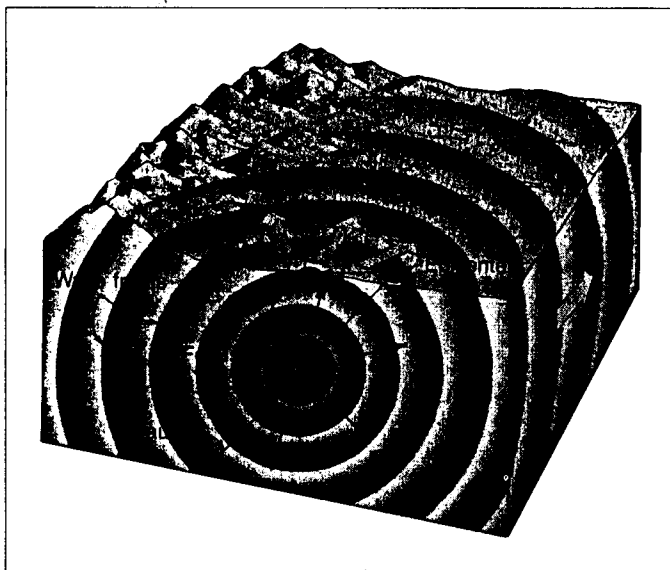
Pusat-pusat gempa bumi dangkal bisa terjadi pada zona-zona tertentu. Akibat dari pergerakan magma (sirkulasi magma) maka mengakibatkan lempeng samudera mengalami penipisan sehingga lambat laun akan mengalami patahan atau sering disebut sebagai *sea floor spreading* sehingga dapat merupakan sumber gempa dangkal. Sumber lain adalah sesar bawah laut yang memotong pegunungan tengah samudra, zona subduktif dari interaksi 2 buah lempeng, disini akan dihasilkan patahan-patahan yang banyak sekali dan muncul ke permukaan. Pada saat lempeng tersebut bergerak kembali maka getaran yang besar dan kuat akan merambat ke atas pada zona-zona yang sudah lemah yaitu yang berupa patahan-patahan. Akibat dari penunjaman lempeng tersebut maka terjadi gesekan antara dua buah lempeng yang akhirnya menghasilkan melting yang terkumpul pada suatu tempat, kemudian akan naik ke permukaan membentuk gunung berapi, pada zona ini juga dihasilkan patahan-patahan *trancurrent* yang dengan sendirinya juga merupakan gempa dangkal.

## II. TEORI DASAR

Suatu blok batuan yang mengalami tekanan akan memberikan response berupa gerak/pergerakan terhadap batuan yang lain. Untuk batuan yang elastik seperti batulempung dan napal bila mendapatkan tekanan maka tidak langsung patah

tetapi terlipat lebih dahulu, baru setelah kekuatan tekanan tersebut melebihi dari nilai elastisitasnya maka batuan tersebut akan patah. Untuk batuan yang mempunyai nilai elastisitasnya rendah seperti breksi, konglomerat, batugamping sangat sulit mengalami perlipatan, sehingga bila mengalami tekanan yang melebihi batas elastisitasnya maka batuan tersebut akan patah, mengikuti bidang rekahannya yang baru yang disebut sebagai sesar (Gambar 2).

Ada 2 (dua) syarat yang harus dipenuhi dalam proses gempa bumi tektonik :



Gb 3. Peristiwa gempa dengan getarannya yang dirambatkan ke segala arah

1. Tegangan elastik pada suatu masa batuan harus perlahan-lahan terkumpul dan menerus.
2. Batuan dapat menahan energi tegangan elastik secara perlahan-lahan dalam perubahan bentuk pada 1020-1025 ergs, sebagai contohnya adalah bom atom Hiroshima yang mempunyai energi  $8 \times 1020$  ergs.

Kejadian-kejadian gempa bumi sering kali digambarkan oleh parameter-parameter yang mengikutinya. Parameter yang dimaksud adalah parameter gempa bumi yang merupakan nilai numerik dan kecepatan yang dapat dikaitkan dengan

kecepatan di suatu wilayah. Parameter tersebut adalah : tanggal, waktu sesungguhnya, koordinat episenter (*latitude dan longitude georaphy*), *focal depth*, *magnitude*, dan Intensitas maximum. Intensitas disini menyatakan ukuran yang terjadi akibat gempa bumi disuatu tempat tertentu dan merupakan pengaruh langsung terhadap alam, manusia dan segala kepentingannya. Skala yang dipakai secara internasional adalah MMI (*Modified Mercally Intensity*) dengan skala terendah I dan skala tertinggi XII. Parameter lain yang juga mempunyai peranan yang sangat besar adalah dimensi sesar dan orientasi moment seismik dan spektral karakteristik gerakan tanah yang terekam. (Boen, 1985) Untuk percepatan tanah yang dimaksud adalah harga percepatan tanah yang terjadi akibat gempa bumi pada suatu daerah tertentu dengan satuan  $\text{cm/det}^2$  atau gal (g).

## III. BEBERAPA PENGERTIAN DAN ISTILAH DALAM GEMPA BUMI

*Focus*, *hypocenter* atau sumber gempa selalu terletak dibawah permukaan bumi. dimana perhitungan indikasi gelombang seismiknya pertama asli. Tidak perlu bersamaan dengan tempat dari kebanyakan energi intensitas yang telah dibebaskan, dengan kata lain sumber aktual gempa tidak perlu dibatasi pada daerah yang kecil dan dalam beberapa kasus melingkupi daerah yang luas seperti pada Gambar 4. Episenter adalah proyeksi vertikal dari titik pusat dipermukaan bumi. Episenter yang terletak oleh instrumental utama di sebut episenter instrumental sedangkan focal depth atau *hypocenter depth* adalah kedalaman titik pusat dibawah episenter. Pada umumnya gempa bumi dapat diklasifikasikan menurut *focal depth* nya. Gempa bumi dengan *focal depth* 70 km disebut gempa dangkal, kemudian antara 70-300 km disebut sebagai gempa intermediet dan dibawah 300 km disebut sebagai gempa dalam sedangkan batas dari *focal depth* adalah 700 km. Pengklasifikasian ini berbeda-beda untuk tiap-tiap negara, sebagai contohnya adalah Jepang yang menyebutkan bahwa 30 km dari permu-

kaan bumi disebut sebagai gempa sangat dangkal, 30-100 km disebut gempa dangkal sedangkan di bawah 100 km disebut sebagai gempa dalam. Jarak yang terukur dari titik pusat gempa dan episenter terhadap titik observasi disebut sebagai *focal distance* atau *epicenter distance*.

Pada gempa yang dangkal total energi yang dilepaskan ke permukaan bumi adalah tiga perempatnya. Ketika kejadian-kejadian gempa dengan focal depth yang dangkal terjadi dalam daerah dan waktu yang terbatas dan jika hal tersebut sangat besar maka disebut sebagai gempa utama. Gempa-gempa yang terjadi sebelum gempa utama disebut gempa awal (*foreshock*) dan jika terjadinya sesudah gempa utama disebut gempa susulan (*aftershock*). Beberapa kejadian gempa tanpa adanya gempa utama disebut sebagai *earthquake swarm*.

Kejadian gempa secara umum dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu :

1. gempa awal (*foreshock*) - gempa utama (*mainshock*) - gempa susulan (*aftershock*).
2. gempa utama (*mainshock*) - gempa susulan (*aftershock*)
3. *earthquake swarm*.

Studi seismisitas regional dan zona seismik adalah suatu cara yang mungkin untuk memprediksi suatu gempa dengan kerangka tektonik global untuk memprediksi daerah dimana gempa akan terjadi. Masalah yang dihadapi dalam memprediksi adalah perincian tempat, data dan magnitude gempa yang akan datang. waktu yang di butuhkan tidaklah pendek untuk pendekatan keilmuan yang kemudian diaplikasikan ke dalam prediksi gempa dalam waktu yang singkat, dan baru pertama kali berhasil dicapai oleh para ahli yang memberikan alasan tentang ramalan yang akan terjadi dalam waktu yang dekat tentang gempa.

#### IV. MANFAAT PREDIKSI GEMPA

Ada dua jenis kegunaan prediksi gempa yang dapat digunakan untuk menyelamatkan jiwa manusia dan harta benda yaitu :

Prediksi jangka panjang dengan kegunaan :

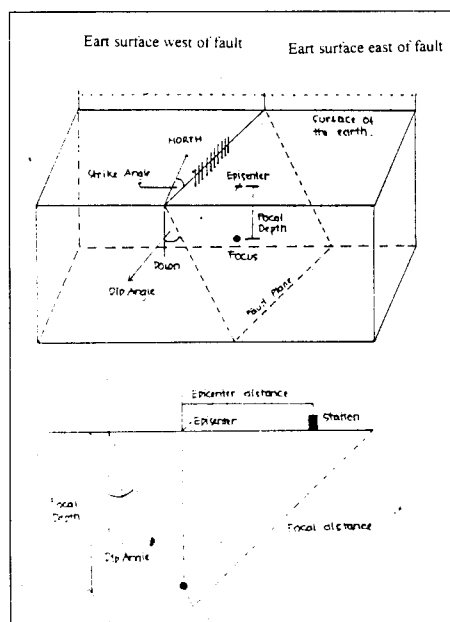
- Untuk mengetahui kekuatan struktur dan keberadaan suatu bangunan.
- Untuk memberikan masukan kepada pemerintah setempat mengenai peraturan baru pada bangunan dan tata ruang secara teliti untuk memperbaiki

permukiman penduduk.

- Meneruskan kampanye untuk menginformasikan dan memberikan pengetahuan mengenai tatacara penyelamatan dan tindakan pencegahan yang umum.
- Untuk menggambarkan kembali secara baik tata ruang.

Prediksi jangka pendek dapat dimanfaatkan untuk :

- Untuk kemudahan mobilisasi pada saat kejadian bencana.
- Untuk menerapkan prosedur untuk evakuasi bangunan yang membahayakan dan daerah berbahaya (terhadap resiko kebakaran).
- Tidak memfungsikan industri-industri berbahaya seperti reaktor nuklir, listrik dan pipa minyak dan gas



Gambar 4. Skema yang memperlihatkan tentang sumber gempa, sesar dan Aspek-aspeknya serta perjalanan gelombang dari sumber gempa di bawah permukaan.

- Untuk mengevakuasi daerah pantai terhadap bahaya tsunami.

Studi yang terbaru menunjukkan bahwa gempa utama yang merusak tidak terjadi di tempat yang sama sepanjang sesar sampai beberapa dekade atau lebih. Pada daerah seismik utama, ada zona yang benar-benar tenang yang sangat berbahaya untuk gempa dimasa mendatang. Di zona yang tenang ini, aktifitas seismik sangat kecil dan bahkan *mikro-shock* tidak teramati. Ini belum diketahui apakah zona yang tenang tersebut akan menjadi aktif untuk beberapa tahun, minggu, atau hari sebelum gempa utama terjadi lagi. Monitoring zona ini dengan berbagai metoda

geofisika yang ada merupakan hal yang sangat penting untuk dilakukan.

#### KESIMPULAN

- Gempa tektonik merupakan gempa yang mempunyai dampak yang lebih besar dari pada gempa-gempa lainnya.
- Kejadian gempa bumi dapat diruntut dari parameter-parameter yang mengikutinya.
- Beberapa studi yang bermanfaat dalam memprediksi dimana gempa akan terjadi adalah Studi seismisitas regional dan zona seismik merupakan suatu cara yang mungkin untuk memprediksi suatu gempa dengan kerangka tektonik global.
- Pengetahuan tentang resistensi suatu batuan (kekandasan batuan) sangat bermanfaat dalam mempelajari tentang efek dari gempa.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Boen Teddy, 1995, *Earthquake Phenomena*, two day course on earthquake resistant design of building, Bangkok.
- Ka ili, J.A., 1967, *On The Occurrence of Large Transcurrent Fault in Sumatera*, Indonesia, *Journal of Geoscience*, Osaka City University, vol. 10, art 1-1.
- Lutgens, 1982, *Essentials of Geology*, A Bell & Howell Company, Columbus, Ohio 43216
- Suharto T, *Kondisi Geologi Daerah Rawan Gempa di Sumatera*, Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik.
- Wahyu T, et al, *Aspek Studi Zonasi Gempa Bumi Dalam Kaitannya Dengan Mitigasi Bahaya Gempa Bumi di Indonesia*, Simposium Nasional Mitigasi Bencana Alam, UGM, 1994.

#### DATA PENULIS

**Nur Hidayat**, Lulus sarjana Fakultas Teknologi Mineral, Jurusan Teknik Geologi, UPN "Veteran" Yogyakarta tahun 1995. Sekarang bekerja di Direktorat Teknologi Pengembangan Sumberdaya Lahan dan Mitigasi Bencana-BPPT, dan sebagai Ketua Pengkajian Longsor Tim Mitigasi Bencana.

**Eko Widi Santoso**, Alumni Geofisika ITB, bekerja di Kelompok Teknologi Mitigasi Bencana Direktorat Teknologi Pengembangan Sumberdaya Lahan dan Mitigasi Bencana-BPP Teknologi sebagai Ketua Pengkajian Gempa Tim Mitigasi Bencana. □