

# GEMPA BUMI

**Gempabumi** adalah getaran/guncangan yang terjadi pada bumi sebagai akibat **tumbukan antar lempeng**, patahan/sesar aktif, aktivitas gunungapi, dan runtuhannya batuan. Ilmu yang mempelajari tentang gempabumi ialah **SEISMOLOGI**, alat yang digunakan untuk mendeteksi getaran gempa disebut **SEISMOGRAF**, dan hasil catatan gempa dinamakan **SEISMOGRAM**.

## 1. Jenis Gempabumi

Gempabumi dapat dibagi berdasarkan penyebabnya :

1. **Gempabumi Vulkanik**, bersumber dalam tubuh gunungapi aktif, pada umumnya berkekuatan kecil (maksimal 2 SR).
2. **Gempabumi Runtuhan**, diakibatkan oleh runtuhannya batuan di daerah kapur karena adanya stalaktit yang jatuh dalam gua kapur. Runtuhan di daerah tambang (runtuhnya terowongan tambang). Kekuatan gempa berkisar antara 2-3 SR.
3. **Gempabumi Tektonik**, terjadi akibat aktivitas tektonik di zona batas antar lempeng dan patahannya yang mengakibatkan sebaran getaran ke segala arah. Kekuatan gempa dapat mencapai skala besar hingga 9 SR (gempa di Aceh, 20 Desember 2004).

## 2. Sebaran Gempabumi

Gempabumi dapat terjadi dimana saja, tapi hampir 80 % daerah di bumi ini yang sering terkena gempa ialah di daerah DAERAH CIRCUM-PACIFIC (*circum-pacific belt*). Daerah ini meliputi Cili (sepanjang batas sebelah barat Amerika Utara dan Selatan), ke arah utara di Aleutians, Alaska, Jepang, Pilipina, Indonesia, New Zealand, dan beberapa pulau tertentu di Kepulauan Pasifik.

Daerah lain yang juga kerap mengalami gempabumi (sekitar 15 % bumi ini) ialah **MEDITERANIAN & TRANSASIATIC**, meliputi daerah Karibia, Himalaya, Alpen,

Spanyol, Itali, Yunani, dan India utara. Sisa yang 5 % tersebar di seluruh belahan bumi ini.

Daerah yang paling sering mengalami gempa ialah daerah Pantai Pasifik (Amerika Serikat), terutama di Kalifornia, dimana di daerah tersebut terdapat sebuah sesar aktif yang sangat terkenal ialah Sesar San Andreas, membentang sepanjang ratusan km melewati daerah Kalifornia, Montana, Utah, dan Nevada.

### 3. Jenis Gelombang Gempabumi

Para ahli seismologi membedakan jenis gelombang gempabumi berdasarkan kecepatan rambatan dan arah getaran :

1. **Gelombang P** (*Pressure wave*), disebut juga gelombang tekanan, dapat merambat di media padat dan cair, rambatan gelombangnya paling cepat.
2. **Gelombang S** (*Shear wave*), gelombang geser, merambat dengan cara menembus batuan.

### 4. Sumber / Pusat Gempabumi

Sumber gempabumi dapat dijumpai di darat dan di bawah dasar laut.

1. **Hiposenter**, tempat terjadinya gempabumi yang berada di bawah permukaan bumi.
2. **Episenter**, adalah proyeksi hiposenter di permukaan bumi dinyatakan dalam koordinat geografis, biasanya ada keterangan jarak dan arah.
3. **Kedalaman** gempabumi adalah jarak tegak lurus episenter ke sumber gempabumi. Gempa dangkal (kedalaman < 33 km), gempa menengah (33-90 km), gempa dalam (> 90 km).

### 5. Intensitas dan Kekuatan Gempabumi

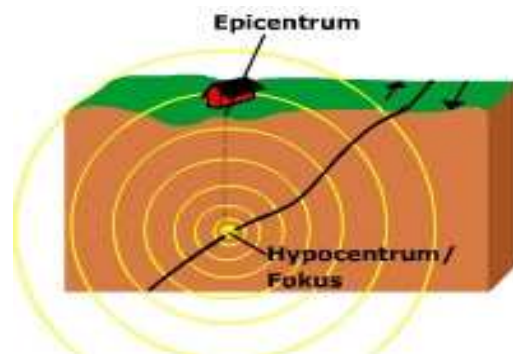
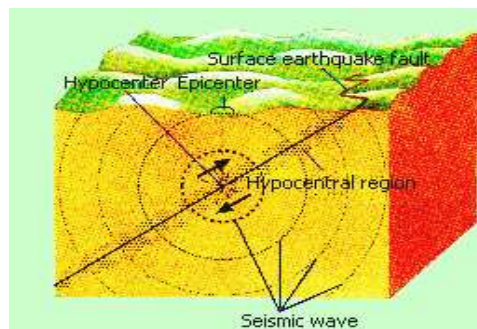
**Tingkat kerusakan** yang terasa pada lokasi terjadi gempabumi disebut **INTENSITAS GEMPABUMI**. Angkanya ditentukan dengan menilai kerusakan yang dihasilkan, pengaruh pada benda, bangunan, tanah, dan akibat pada manusia.

Ukuran/parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kerusakan ialah **MMI** (*Modified Mercalli Intensity*), diperkenalkan pada th. 1902 oleh **Giuseppe Mercalli**, atau **WOOD-NEUMANN SCALE** (digunakan di Amerika Serikat). Kisaran angka yang digunakan mulai dari I—XII, angka I berarti ringan, dapat dideteksi oleh alat, XII menunjukkan kerusakan sangat parah.

**MAGNITUDA** adalah parameter gempa yang diukur berdasarkan yang terjadi di daerah tertentu akibat guncangan pada sumbernya. Satuan yang digunakan ialah **SKALA RICHTER (SR)**, diperkenalkan oleh **Charles F. Richter** pada th. 1934.

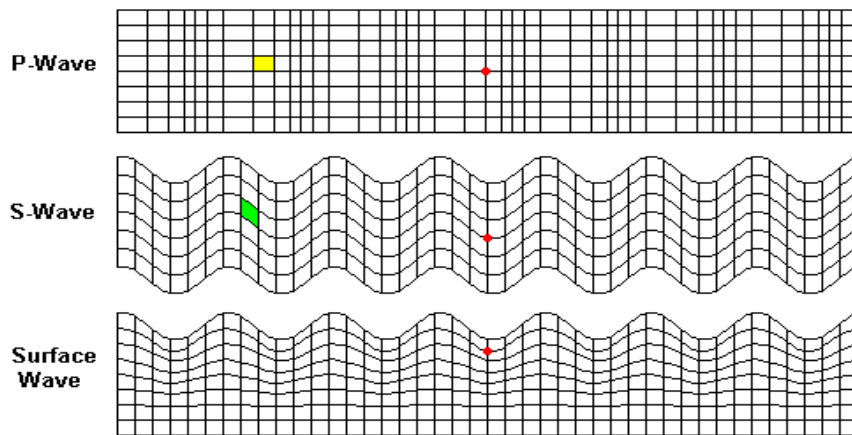
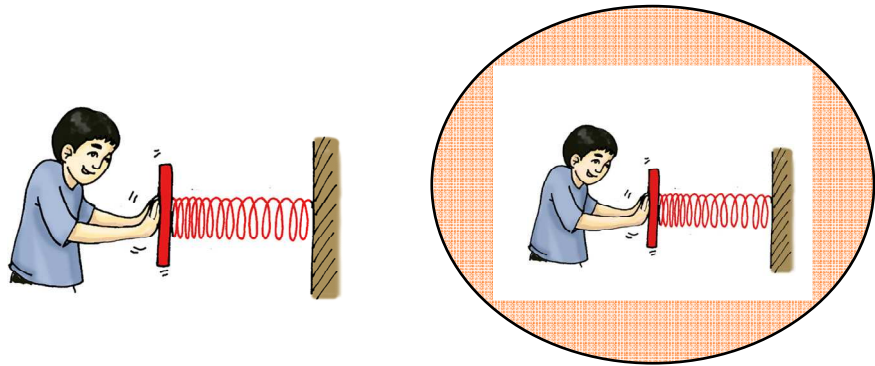
Gempabumi dengan kekuatan 8 skala richter setara dengan kekuatan bahan peledak TNT seberat 1 gigaton (1 milyar ton).

Sumber : *Gempabumi dan Tsunami*, Direktorat Vulkanologi Dan Mitigasi Bencana Geologi; *Geology Made Simple*, 1967, Doubleday & Company, Inc., Garden City, New York.



## 6. Mekanisme Terjadinya Gempabumi

Teori yang dapat menjelaskan tentang energi elastik yang dapat diterima adalah pergeseran sesar dan teori kekenyalan elastis (*elastic rebound theory*) dari H.F Rheid (1906). Teori ini menjelaskan jika permukaan bidang sesar saling bergesekan batuan akan mengalami deformasi (perubahan wujud) jika perubahan tersebut melampaui batas elastisitas/regangannya. maka batuan akan patah (rupture) dan akan kembali ke bentuk asalnya (rebound).



Perambatan gelombang Longitudinal gelombang transversal dan gelombang permukaan

## 7. Dampak Gempabumi

### Kerusakan akibat adanya gempabumi :

- Tembok bangunan retak, bahkan runtuh
- Bergesernya jalan raya, jalan kereta api
- Runtuhnya jembatan
- Retakan yang besar di tanah/daratan
- Pergerakan/perubahan muka air laut

Pada th. 1556 terjadi gempabumi yang sangat hebat di Cina yang menelan korban jiwa sekitar 830.000 orang. Gempabumi selain menelan korban jiwa, bangunan, jalan raya, juga mengakibatkan dampak pada tatanan geologi seperti longsor, gerakan tanah, aliran lumpur, gangguan/kekacauan pada sirkulasi airtanah, amblasan dan pecahnya daratan. Gempabumi yang sumbernya di laut sering menyebabkan terjadinya TSUNAMI (gelombang (gempa) laut, *seismic sea waves*).

## 8. Kesetaraan Energi Kekuatan Gempa Bumi Dengan Kekuatan Sejumlah Energi Bahan Peledak

SKALA RIHTER	SETARA BAHAN PELEDAK	CONTOH
-1,5	3 kg	Granat
1,0	15 kg	Ledaka pada konstruksi
1,5	160 kg	Bom Konvensional PD II
2,5	4,6 ton	Bom Rakitan PD II
3,0	29 ton	Ledakan MOAB.2003
3,5	73 ton	Kecelakaan Chelyabinsk 1957
4,0	1 kiloton	Bom atom kecil
4,5	5 kiloton	Rata – rata Tornado(Energi total)
5,0	32 kiloton	Bom Atom Nagasaki
5,5	80 kiloton	Gempabumi little Skull Amerika Serikat 1992
6,0	1 megaton	Gempabumi Doble Spring Flat Amerika Serikat 1994
6,5	5 megaton	Gempabumi Nortgridge 1994
7,0	32 megaton	Senjata termonuklir terbesar
7,5	160 megaton	Gempabumi Landers Amerika Serikat 1992
8,0	1 gigaton	Gempabumi San francisco Smerika Serikat 1906
8,5	5 gigaton	Gempabumi Anchorage Amerika Serikat 1964
9,0	32 gigaton	Gempa NAD-Sumut 2004

Sumber : (United State Geological Survey, 2005)

## 9. SKALA INTENSITAS MODIFIED MERCALLI

<b>I</b>	Tidak dapat dirasakan orang, kecuali dalam keadaan luar biasa.
<b>II</b>	Terasa oleh orang yang sedang beristirahat atau yang berada di lantai atas gedung bertingkat.
<b>III</b>	Terasa di dalam gedung. Alat-alat gantung bergoyang. Getaran tanah seperti efek truk keci lewat. Lama getarannya dapat ditaksir. Tidak disadari bahwa itu adalah gempa.
<b>IV</b>	Alat gantung bergoyang. Getaran seperti efek truk besar lewat, atau seperti dinding tiba-tiba ditabrak sebuah massa besar. Mobil-mobil bergoyang. Jendela, piring, pintu gema-ringing.
<b>V</b>	Terasa di luar bangunan. Arah guncangan dapat ditaksir. Orang tidur terbangun. Alat-alat kecil yang labil berpindah tempat atau roboh. Pintu bergoyang, gantungan potret dan jendela yang tertutup gemerincing. Bandul jam berhenti dan berjalan lagi dengan berubah kecepatannya.
<b>VI</b>	Terasa oleh semua orang. Banyak yang takut dan mencari jalan ke luar. Orang tidak dapat berjalan dengan tetap. Jendela, piring, barang dari kaca pecah. Perkakas berpindah tempat atau jatuh. Alat-alat dan buku terlempar dari raknya, potret terlepas dari gantungannya. Plester bermutu rendah dan tembok retak. Lonceng gereja berbunyi. Terlihat guncangan pohon dan dedaunan.
<b>VII</b>	Orang sulit berdiri, guncangan terasa oleh supir mobil. Perkakas rumah tangga rusak. tembok rusak, cerobong asap mutu rendah pecah pada bagian atasnya, plester berjatuh, genting dan hiasan arsitek lepas. Tembok sedikit retak, air kolam menjadi keruh, tanah longsor kecil, pasir dan kerikil runtuh pada bagian tepi. Bel besar berbunyi, parit dan irigasi rusak
<b>VIII</b>	Sulit mengemudikan mobil. Tembok rusak dan sebagian runtuh. Sedikit kerusakan terhadap tembok, sedangkan tidak rusak. Cerobong, monumen dan menara terpuntir atau jatuh. Fondasi bermutu jelek terpisah. Cabang sobek dari pohonnya, bila tidak ada hubungan rumah bergeser dari fondasinya.
<b>IX</b>	Kegugupan umum. tembok hancur, tembok rusak berat dan sering runtuh sama sekali, tembok rusak cukup berat. Umumnya fondasi bangunan rusak. rangka struktur bangunan terpuntir. Permukaan tanah retak cukup besar. Bangunan rangka terpisah dari fondasinya bila tidak memiliki hubungan. di dekat sungai terjadi letusan pasir dan lumpur.
<b>X</b>	Bangunan tembok dan rangka hancur beserta fondasinya. Beberapa bangunan kayu dan jembatan bermutu baik runtuh. Tanggul besar dan dam rusak berat. Tanah longsor besar, pada daerah yang rata pasir dan lumpur bergeser. Rel kereta api sedikit membengkok.
<b>XI</b>	Rel kereta api bengkok, pipa saluran rusak berat tidak dapat digunakan.
<b>XII</b>	Kerusakan hampir menyeluruh. Batu besar bergeser, penglihatan kabur.

## 10. HUBUNGAN KEKUATAN GEMPABUMI DAN FREKWENSI KEJADIAANYA

Penamaan	Skala Richter	Dampak gempa bumi	Jumlah kejadian
Mikro	< 2.0	Gempabumi mikro, tak terasa	8.000 per hari
Sangat minor	2.0 – 2,9	Umumnya tak terasa,tapi tercatat peralatan	1.000 per hari
Minor	3,0 – 3,9	Umumnya terasa,jarang mengakibatkan kerudakan	49,000 per thn
Penamaan	Skala Richter	Dampak gempa bumi	Jumlah kejadian
Lemah	4.0 – 4,9	Teramati di dlm umah, ada Suara berderik tdk ada kerusakan	6.200 per tahun
Sedang	5,0 – 5,9	Kerusakan pada bangunan dengan kontruksi buruk pada daerah yg tdk luas. Bangunan dengan kontruksi baik rusak sedikit	8.00 per tahun
Kuat	6,0 – 6,9	Dapat mengakibatkan kerusakan pada daerah padat penduduk sepanjang 150 km <sup>2</sup>	120 pertahun
Sangat kuat	7,0 – 7,9	Kerusakan pada daerah Lebih dari 150 km <sup>2</sup>	18 per tahun
Besar	8,0 – 8,9	Kerusakan pada daerah Lebih beberapa ratus km	1 per tahun
Besar dan langka	> 9,0		1 per 20 tahun

(sumber : United State Geological Survey.2005)

## 11. Gempabumi Yang Terkenal

Beberapa data yang tercatat tentang daerah-daerah yang mengalami gempabumi hebat ialah :

- a) **Lisbon, Portugal (1755)**, Terjadi pada tg. 1 November 1755, menghancurkan hampir 1/2 dari kota Lisbon, luas area yang terkena dampak 2.000.000 km<sup>2</sup>. Biaya kerusakan yang ditimbulkan sekitar \$ 100.000.000, korban jiwa meninggal 70.000.
- b) **New Madrid, Missouri (1811-1812)**, Guncangan pertama terasa pada tg, 16 Desember 1811, jam 2 pagi, beberapa hari kemudian terjadi beberapa gempa susulan. Di akhir Januari 1812 terjadi kembali gempa, dan gempa ke tiga terjadi awal Februari 1812. Selama 3 bulan itu telah terjadi 1874 guncangan/gempa, terekam di Louisville, Kentucky (320 km jaraknya dari New Madrid), kekuatan gempa antara 8,4-8,8. Gempa ini menyebabkan terjadinya gerakan

tanah/longsor, perubahan topografi, beberapa daerah mengalami pengangkatan, beberapa daerah tenggelam membentuk rawa dan danau baru, dan alur S. Mississippi berubah. Danau Reelfoot yang terletak di barat laut Tennessee merupakan danau yang terbentuk sebagai akibat gempa tersebut. Danau ini mempunyai panjang 28 km dan lebar beberapa km.

- c) **Charleston, Carolina Selatan (1886)**, Terjadi pada tg. 31 Agustus, kerusakan yang dialami sebagai akibat gempabumi ini tidak jauh berbeda dengan yang terjadi di New Madrid, korban jiwa meninggal 60 orang. Kekuatan gempa 7,3 SR.
- d) **San Francisco, California (1906)**, Merupakan gempabumi paling terkenal, terjadi pagi-pagi sekali pada tg. 18 April 1906, gempa hanya berlangsung 67 detik, tapi telah menyebabkan terbelahnya, bergesernya bumi/daratan sepanjang sesar San Andreas. Dalam waktu yang singkat itu 700 orang meninggal, bangunan hancur, kebakaran, longsor di pegunungan, jalan kereta api bergeser hingga 7 m. Sebagian besar kota San Francisco hancur, kerugian mencapai jutaan dolar.
- e) **Teluk Sagami, Jepang (1923)**, Merupakan salah satu gempa terhebat di zaman modern ini, lebih dari 140.000 jiwa meninggal, kerugian mencapai milyaran dolar. Walau gempa berasal dari Teluk Sagami (112 km dari Tokyo, 80 km dari Yokohama), tapi kedua kota besar ini mengalami kerusakan yang parah. Gempa ini juga menimbulkan tsunami yang besar, dan kerusakan akibat kebakaran yang timbul menghabiskan hampir 70 % kota Tokyo, sedangkan kota Yokohama (hampir) total musnah. Kekuatan gempa 7,9 SR.
- f) **Danau Hebgen, Montana (1959)**, Pada tg. 17 Agustus 1959, serangkaian gempa menghantam Danau Hebgen di Montana-Wyoming, berbatasan dengan Yellowstone National Park. Kerusakan yang terjadi berupa longsor yang mengubur 28 perkemahan di ngarai Sungai Madison. Longsor batuan yang diperkirakan mencapai 50 juta kubik membentuk dam dan menciptakan sebuah danau baru kira-kira 11 km dibawah Danau Hebgen.
- g) **Chili (1960)**, Pada tg. 22 Mei 1960 serangkaian gempa terjadi di sepanjang pantai Chili, merupakan gempa yang banyak menimbulkan kerusakan yang pernah tercatat di abad ini, kekuatan gempa 9,5 SR. Kerusakan dialami oleh



bangunan di sekitar daerah tersebut, pohon dan tiang telepon patah dengan mengeluarkan bunyi berderak-derak, rekahan besar muncul di permukaan bumi. Kerusakan selanjutnya terjadi sebagai akibat munculnya tsunami yang menghancurkan perkampungan dan membinasakan ratusan orang di perkampungan itu. Kerugian akibat gempa secara keseluruhan mencapai miliaran dolar, lebih dari 5000 orang meninggal.

- h) **Alaska (1964)**, Terjadi tg. 28 Maret 1964, merupakan gempa terhebat (9,2 SR) di Amerika Utara yaitu di sekitar Anchorage, Alaska, terjadi pada jum'at sore hari, 27 Maret 1964. Akibat gempa yang terjadi, permukaan tanah naik sekitar 10 m, menimbulkan tsunami yang menyapu bangunan di sepanjang garis pantai di daerah tersebut, jutaan dolar diderita sebagai kerugian akibat gempa tersebut. Gempabumi yang terjadi pada hari jum'at itu dinamakan 'Gempa Jum'at yang baik' (*Good Friday earthquake*), karena dibandingkan dengan magnituda dan energi gempa yang dikeluarkan hanya mengakibatkan 115 orang yang hilang (mati ?). Emmh .. keterlaluhan juga ya masa 115 orang hilang disebut **HANYA** ... komentar kita ...?
- i) **Yunnan, Cina**, Terjadi pada tanggal 5 Jan, 1970, kekuatan gempa 7,5 SR, korban jiwa lebih dari 10.000 orang.
- j) **Peru**, Terjadi pada tg. 31 Mei 1970, kekuatan gempa 7,9 SR, korban meninggal sebanyak 66.000 orang.
- k) **Mexico City** , Terjadi pada tg. 19-20 Sept. 1985, gempa dengan kekuatan 8,0 SR menghancurkan sebagian kota Mexico City dan 3 pantai, 25.000 orang meninggal, 15.000 terluka, dan 400.000 orang kehilangan tempat tinggal.
- l) **Iran**, Terjadi pada tg. 21 Juni 1990, gempa dengan kekuatan 7,7 menghancurkan kota dan perkampungan di sekitar Laut Caspia, 50.000 orang meninggal, lebih dari 60.000 terluka, dan 400.000 orang kehilangan tempat tinggal.
- m) **Filipina Utara**, Terjadi pada tg. 16 Juli 1990, kekuatan gempa 7,7, hampir 2000 orang meninggal.
- n) **Jepang**, Terjadi pada tg. 17 Januari 1995, di Osaka, Kyoto, dan Kobe. Gempa berkekuatan 6,9 SR, menyebabkan 5.500 orang meninggal, 36.800 terluka.

- o) **Indonesia**, Terjadi pada tg. 24 Desember 2004 di Nanggroe Aceh Darussalam, kekuatan gempa 9,0 SR, merupakan gempa terparah di Indonesia, menyebabkan tsunami, menghancurkan sebagian besar daerah Aceh, dan menyebabkan lebih dari 250.000 orang meninggal. Gempa ini juga menghantam 12 negara Asia lainnya (Singapura, Malaysia, Thailand).
- p) **Indonesia**, Terjadi pada tg. 28 Maret 2005, gempa dengan kekuatan 8,7 menghantam pantai barat Sumatera (Nias dan sekitarnya), menghancurkan 1313 bangunan. Pusat gempa berasal dari sumber yang sama seperti yang terjadi di Aceh (24 Des 2004).
- q) **Indonesia**, Terjadi pada tg. 27 Mei 2006, di Jawa Tengah, kekuatan gempa 6,3 SR, menghancurkan 127.000 rumah dan bangunan di Yogyakarta dan sekitarnya, lebih dari 5000 orang meninggal. Gempa ini berhubungan dengan letusan G Merapi di Jawa Tengah. Pada tg. 17 Juli kembali terjadi gempa yang menimbulkan tsunami di Pangandaran, Jawa Barat, korban meninggal sebanyak 262 orang.

### Sesar San Andreas California



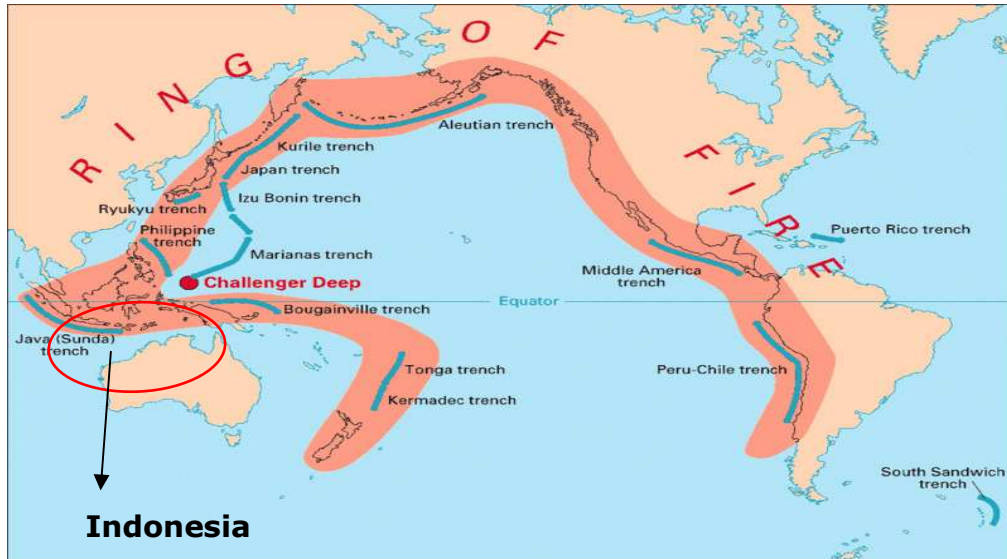
## 11. Gempa Terhebat sejak tahun 1990

No.	Lokasi	Waktu	Magnituda (SR)
1	Chili	22 Mei 1960	9,5
2	Alaska	28 Maret 1964	9,2
3	Kep. Aleutian	9 Maret 1957	9,1
4	Kamchatka	4 November 1952	9,0
5	Nanggroe Aceh Darussalam	26 Desember 2004	9,0
6	Equador	31 januari 1906	8,8
7	Kep. Rat, Aleutian	4 Februari 1965	8,7
8	Sumatera Utara (Nias)	28 Maret 2005	8,7
9	Perbatasan India-Cina	15 Agustus 1950	8,6
10	Kamchatka	3 Februari 1923	8,5

## 12. Ring Of Fire

Adalah zona sebaran gunungapi dan gempabumi yang mengelilingi cekungan samudera Pasifik, membentuk tapal kuda sepanjang 40.000 km. *Ring of Fire* (terjemahan bebas 'Lingkar Api') ini berhubungan dengan rangkaian palung samudera, busur kepulauan, rangkaian gunungapi, pergerakan lempeng. Rangkaian ini disebut juga *Circum-Pacific belt* atau *Circum-Pacific seismic belt*.

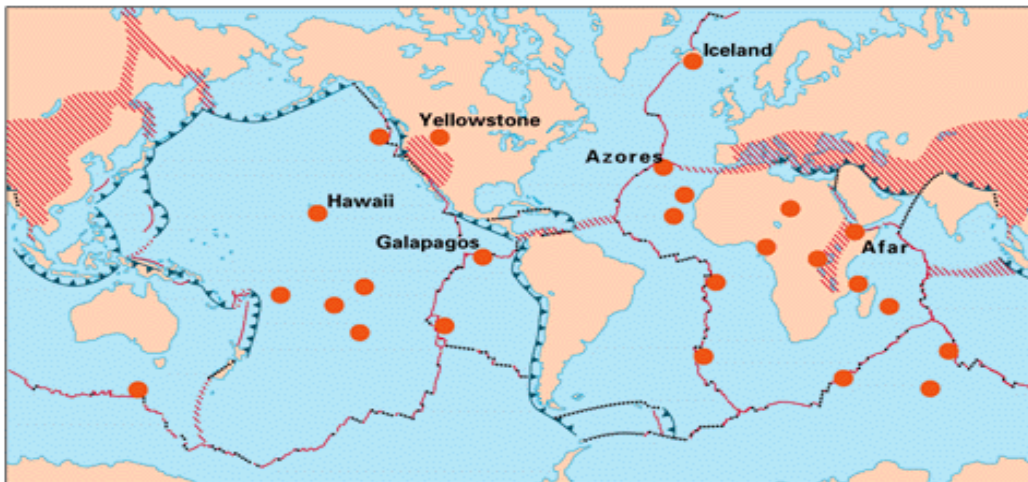
90 % gempabumi yang terjadi di dunia, dan 81 % gempa terbesar di dunia berasal/terdapat sepanjang Lingkar Api tersebut.



Sumber : [http://en.wikipedia.org/wiki/Pacific Ring Of Fire](http://en.wikipedia.org/wiki/Pacific_Ring_of_Fire)

## Hot Spot

**Hotspot** (titik api) adalah lokasi dimana terdapat aktivitas magma / gunungapi yang telah berlangsung dalam waktu yang sangat lama.



### EXPLANATION

- Divergent plate boundaries— Where new crust is generated as the plates pull away from each other.
- Convergent plate boundaries— Where crust is consumed in the Earth's interior as one plate dives under another.

- Transform plate boundaries— Where crust is neither produced nor destroyed as plates slide horizontally past each other.
- ▨ Plate boundary zones—Broad belts in which deformation is diffuse and boundaries are not well defined.
- Selected prominent hotspots