

**PENGINDERAAN JAUH & SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS
EARTHQUAKE 3D**

Penulis: Listyo Yuwanto

Desain Sampul : Listyo Yuwanto

Penerbit : Media Nusa Creative Malang (2018)



UNIVERSITAS
SURABAYA

**Penginderaan Jauh &
Sistem Informasi Geografis
Gempa Bumi**

Earthquake 3D

LISTYO YUWANTO

DAFTAR ISI

Daftar Isi	
Kata Pengantar	
Gempa Bumi	
Definisi Gempa Bumi	
Struktur Bumi	
Kategori Gempa Bumi	
Dampak Gempa Bumi	
Peta Kebencanaan Gempa Bumi di Indonesia	
Gempa Aceh 2004	
Gempa Daerah Istimewa Yogyakarta 2006	
Gempa Padang	
Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis	
Pengenalan Program The Earthquake 3D	
Indicators	
Tampilan Ring	
Tampilan Mag	
Tampilan Km	
Tampilan Solar	
Tampilan Shell	
Tampilan Angle	
Tampilan Dex	
Globe	
Tampilan Earth	
Tampilan Sphere	
Tampilan Night	
Tampilan Hidden	

Surface	
Tampilan Grid	
Tampilan Outline	
Tampilan Island	
Tampilan Lakes	
Tampilan Rivers	
Tampilan Borders	
Tampilan Semua Tanda Surface	
Tampilan Kombinasi Indicators (Rings & Mag) serta Semua Surface	
Filters	
Aplikasi Program The Earthquake 3D	
Identifikasi Gempa yang Terjadi Hari Ini	
Identifikasi Gempa yang Terjadi Dalam Rentang 2 Hari yang Lalu dengan Kekuatan di atas 2 SR	
Identifikasi Gempa yang Terjadi Dalam Rentang 7 Hari yang Lalu	
Gambaran Gempa Bumi di Indonesia dalam Rentang 7 Hari Terakhir	
Gempa Bumi di Muara Siberut	
Gempa Bumi di Sungaipenuh	
Gempa Bumi di Bitung	
Gempa Bumi di Palue	
Gempa Bumi Barat Daya Indonesia	
Gempa Bumi di Pacitan	
Mitigasi Bencana Gempa Bumi	
Physical Health	
Psychological Health	
Behavioral Health	
Daftar Pustaka	
Glosarium	

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1. Struktur Bumi
- Gambar 2. Lempeng Bumi
- Gambar 3. Gerakan Tektonik Lempeng
- Gambar 4. Hiposentrum dan Episentrum
- Gambar 5. Lokasi Hiposentrum dan Episentrum akan Menentukan Daerah Terdampak dan Tingkat Kerusakan Akibat Gempa Bumi
- Gambar 6. Proses Terjadinya Gempa Bumi Tektonik
- Gambar 7. Contoh Gempa Bumi Tektonik Tumbukan Lempeng India dan Sunda
- Gambar 8. Proses Gempa Bumi Vulkanik
- Gambar 9. Contoh Gempa Vulkanik Gunung Merapi
- Gambar 10. Proses Gempa Bumi Runtuhan
- Gambar 11. Contoh Gempa Bumi Tumbukan
- Gambar 12. Proses Gempa Bumi Penumpukan Massa Air
- Gambar 13. Perkiraan Gempa Bumi Buatan yang Disebabkan Uji Coba Nuklir
- Gambar 14. Kedalaman Hiposentrum Gempa Bumi
- Gambar 15. Contoh Gempa Bumi Dangkal
- Gambar 16. Contoh Gempa Bumi Menengah
- Gambar 17. Contoh Gempa Bumi Dalam
- Gambar 18. Gempa Bumi Vulkanik dan Tektonik
- Gambar 19. Gempa Sentral
- Gambar 20. Gempa Linier
- Gambar 21. Gempa Bumi yang Terjadi di Daratan
- Gambar 22. Jenis-jenis Gelombang Laut
- Gambar 23. Perbedaan Gelombang Tsunami dan Gelombang Angin
- Gambar 24. Gelombang Primer dan Sekunder
- Gambar 25. Love Wave dan Rayleigh Wave
- Gambar 26. Alat Pencatat Magnitude Gempa Seismograf
- Gambar 27. Gempa yang Terjadi di Daerah Berisiko Padat Penduduk dan Bangunan Tidak Tahan Gempa

- Gambar 28. Kebakaran yang Terjadi di Pemukiman Dampak Gempa
- Gambar 29. Kerusakan Bangunan Industri Kimia Dampak Gempa Bumi
- Gambar 30. Data sebaran gunung api di Indonesia
- Gambar 31. Kondisi Tektonik Indonesia
- Gambar 32. Tumbukan Lempeng India-Australia dan Lempeng Eurasia
- Gambar 33. Peta Kejadian Gempa dan Tsunami di Indonesia
- Gambar 34. Peta Kegempaan (Seismisitas) di Indonesia Periode 1973 – 2010
- Gambar 35. Peta Daerah Rawan Tsunami di Indonesia
- Gambar 36. Proses Penginderaan Jauh
- Gambar 37. Pemanfaatan Penginderaan Jauh untuk Industri Pertambangan
- Gambar 38.1. Satelit Quickbird
- Gambar 38.2. Satelit LANDSTAT
- Gambar 38.3. Satelit NOAA
- Gambar 38.4. Satelit SPOT
- Gambar 39.1. Contoh Penggunaan Penginderaan Jauh untuk Pemetaan Wilayah
- Gambar 39.2. Contoh Penggunaan Penginderaan Jauh untuk Pemetaan Kawasan Rawan Bencana
- Gambar 40. Contoh Penggunaan Penginderaan Jauh untuk Prediksi Cuaca
- Gambar 41. Contoh Penggunaan Penginderaan Jauh untuk Pemetaan Kondisi Pra dan Pasca Bencana Gempa Bantul (DIY) 2006
- Gambar 42. Psychological First Aid
- Gambar 43. Kerangka berpikir *Psychological First Aid* sebagai Peningkatan Kapasitas dalam Menghadapi Bencana
- Gambar 44. Tas Siaga
- Gambar 45. Perubahan Pada Air Tanda Terjadinya Gempa Bumi
- Gambar 46. Pembuatan jalur evakuasi di rumah sebagai bentuk mitigasi bencana struktural
- Gambar 47. Simulasi siaga gempa bumi sebagai bentuk mitigasi non struktural
- Gambar 48. Tanda Terjadinya Tsunami
- Gambar 49. Waspada Bencana Gempa Bumi
- Gambar 50. Berlatih melakukan relaksasi dan aktivitas bersyukur

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Skala Richter
Tabel 2.	Skala Omari
Tabel 3.	Perbandingan Skala Gempa dan Jumlah Korban Jiwa Bencana Gempa Bumi di Indonesia
Tabel 4.	Daerah Rawan Gempa Bumi Merusak
Tabel 5.	Data gempa bumi di Indonesia (1 Agustus 2016 hingga 24 Agustus 2016)

KATA PENGANTAR

Psikologi adalah ilmu yang mempelajari perilaku manusia yang dapat diterapkan dalam berbagai area kehidupan salah satunya pada area bencana. Penerapan ilmu psikologi secara spesifik pada area bencana disebut sebagai psikologi bencana (*disaster psychology*). Salah satu peran ilmu psikologi dalam kebencanaan adalah pendidikan kebencanaan. Pendidikan kebencanaan merupakan salah satu bentuk mitigasi bencana yang bersifat *non structural*. Indonesia merupakan daerah rawan gempa berdasarkan kesejarahan yang disebabkan kondisi vulkanik dan tektonik. Dengan demikian Indonesia memiliki risiko yang tinggi mengalami bencana gempa bumi ditinjau dari sisi *hazards*. Risiko akan menjadi lebih besar apabila ditunjang dengan kerentanan yang tinggi (*vulnerability*). *Hazards* tidak bisa dirubah karena sudah merupakan karakteristik Indonesia yang terdiri atas deretan gunung berapi dan terletak di pertemuan lempeng tiga lempeng tektonik utama bumi yaitu Samudera India-Australia di sebelah selatan, Samudera Pasifik di sebelah Timur dan Eurasia. Namun *vulnerability* yang dapat dikurangi dengan mitigasi bencana. Salah satu bentuk pendidikan kebencanaan adalah mengenalkan tentang gempa bumi, proses terjadinya, dan bagaimana perilaku siaga menghadapi bencana gempa bumi.

Gempa bumi tidak dapat diprediksi kapan terjadinya, tetapi dengan mempelajari kesejarahannya kita dapat lebih waspada dengan mengenali potensi bencana gempa bumi di suatu tempat. Perkembangan teknologi juga membantu untuk peringatan awal saat terjadinya gempa bumi dan bagaimana mengidentifikasinya. Salah satu program yang dapat digunakan untuk mempelajari tentang mengidentifikasi gempa bumi yang telah terjadi adalah The Earthquake 3D. Program ini memang tidak bisa digunakan untuk memprediksi gempa bumi namun dapat dimanfaatkan untuk belajar tentang gempa bumi.

Buku ini akan menjabarkan secara ringkas program The Earthquake 3D dengan tujuan kita menjadi lebih siaga dan siap dalam menghadapi bencana gempa bumi. Sistematika buku ini terdiri atas pengenalan potensi bencana gempa bumi di Indonesia, yang secara ringkas akan membahas tentang kerawanan bencana gempa bumi di Indonesia, pengenalan tentang bencana gempa bumi, dan data tentang gempa bumi di Indonesia. Pengenalan program The Earthquake

3D mulai dari proses mengunduh dan menjalankannya serta beberapa contoh penerapan program The Earthquake 3D untuk mengidentifikasi kejadian bencana gempa bumi secara *real time*. Serta di bagian akhir buku akan membahas tentang mitigasi bencana gempa bumi.

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada seluruh tim penyuluh lapangan Simulasi Gempa Bumi Statistic Assistance Center (SAC) Fakultas Psikologi Universitas Surabaya dan ILS+ yang telah mendukung pembuatan buku ini. Semoga buku ini bermanfaat bagi pembelajaran atau pendidikan kebencanaan di Indonesia.



Tim Penyuluh Lapangan Simulasi Gempa Bumi SAC Fakultas Psikologi Universitas Surabaya

Surabaya, Maret 2018

Penulis

GEMPA BUMI

Definisi Gempa Bumi

Gempa bumi merupakan suatu peristiwa alam yang dicirikan dengan adanya getaran pada bumi sebagai hasil pelepasan energi yang disebabkan berbagai hal dan memiliki potensi menyebabkan kerusakan fisik dan non fisik. Gempa bumi termasuk pada bencana geologi.

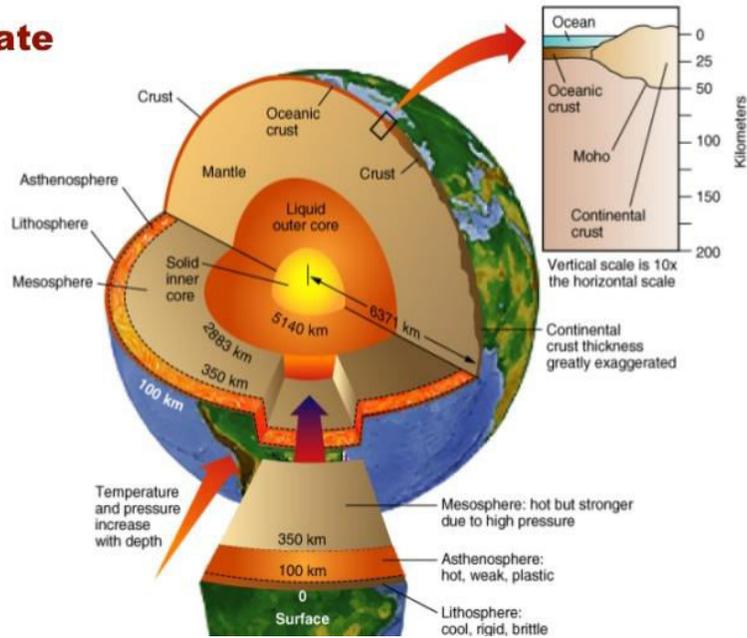
Struktur Bumi

Lapisan bumi tersusun atas tiga komponen yaitu litosfer, astenosfer, dan mesosfer (Supriyono, 2014). Lapisan bumi terluar adalah litosfer, kemudian lapisan di bawahnya adalah astenosfer. Astenosfer berada di kedalaman 700 Km dari permukaan bumi. Astenosfer memiliki suhu mendekati titik lebur sehingga bentuknya cairan panas (fluida). Astenosfer mengalir karena adanya tekanan atau arus konveksi panas. Astenosfer disebut juga dengan mantel.

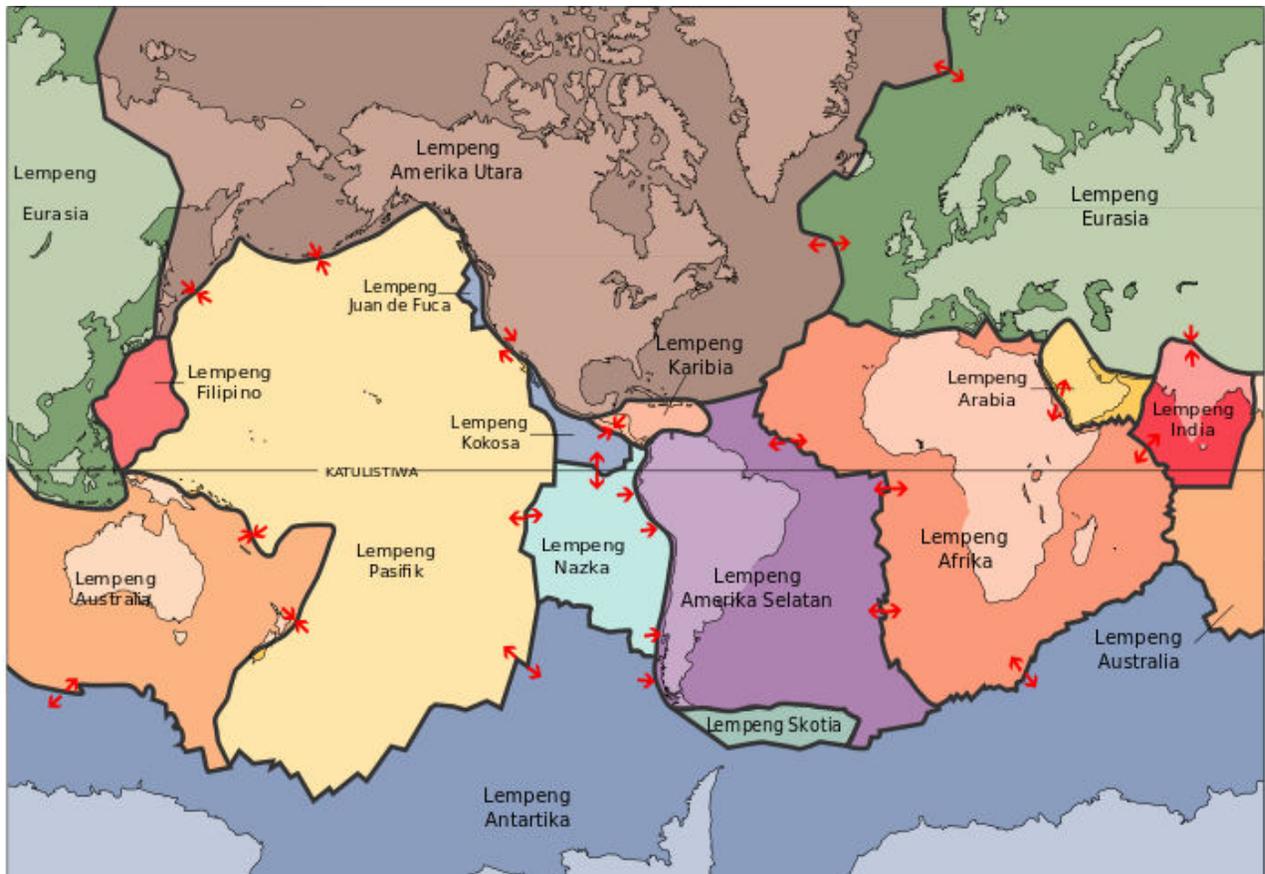
Mesosfer berada di bawah lapisan astenosfer dan berada di kedalaman sekitar 2.900 Km. Sifat mesosfer lebih kaku dibandingkan dengan astenosfer dan terdiri atas selubung bumi hingga bagian inti bumi.

Litosfer merupakan lapisan terluar dengan ketebalan sekitar 100 Km yang terdiri atas kerak dan selubung bumi bagian atas. Kerak bumi berbentuk lempeng-lempeng yang disebut dengan lempeng bumi. Terdapat beberapa lempeng bumi yaitu lempeng Eurasia, lempeng India-Australia, lempeng Pacific, lempeng Afrika, lempeng Amerika, lempeng Antartika, lempeng Philipina, lempeng Caribia, dan beberapa lempeng lainnya.

Plate



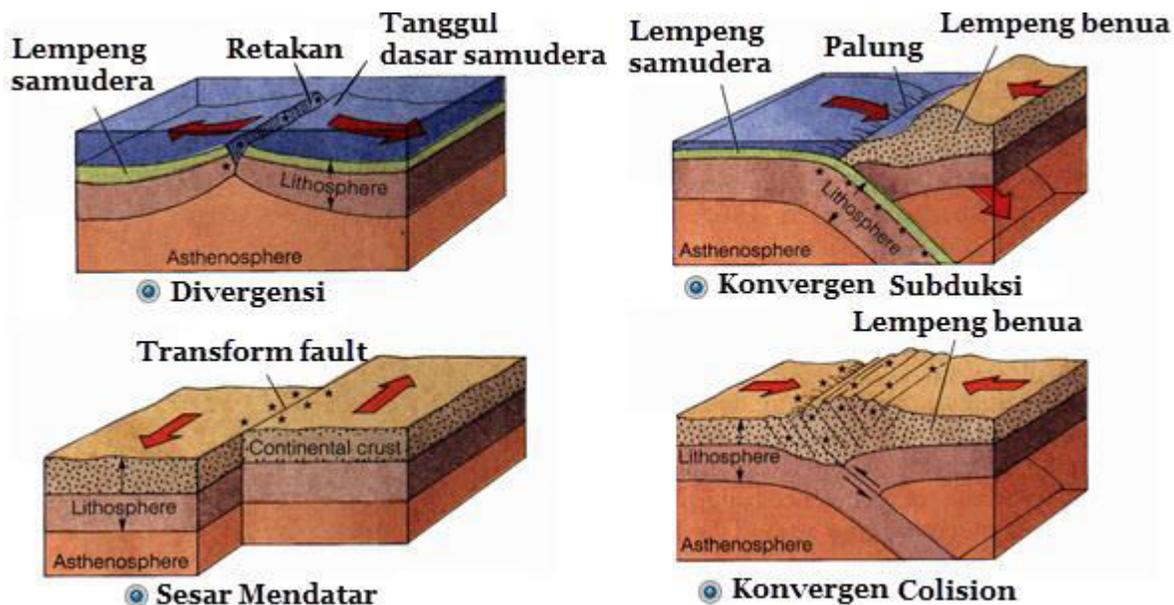
Gambar 1. Struktur Bumi (sumber : id.wikipedia.org)



Gambar 2. Lempeng Bumi (Sumber : id.wikipedia.org)

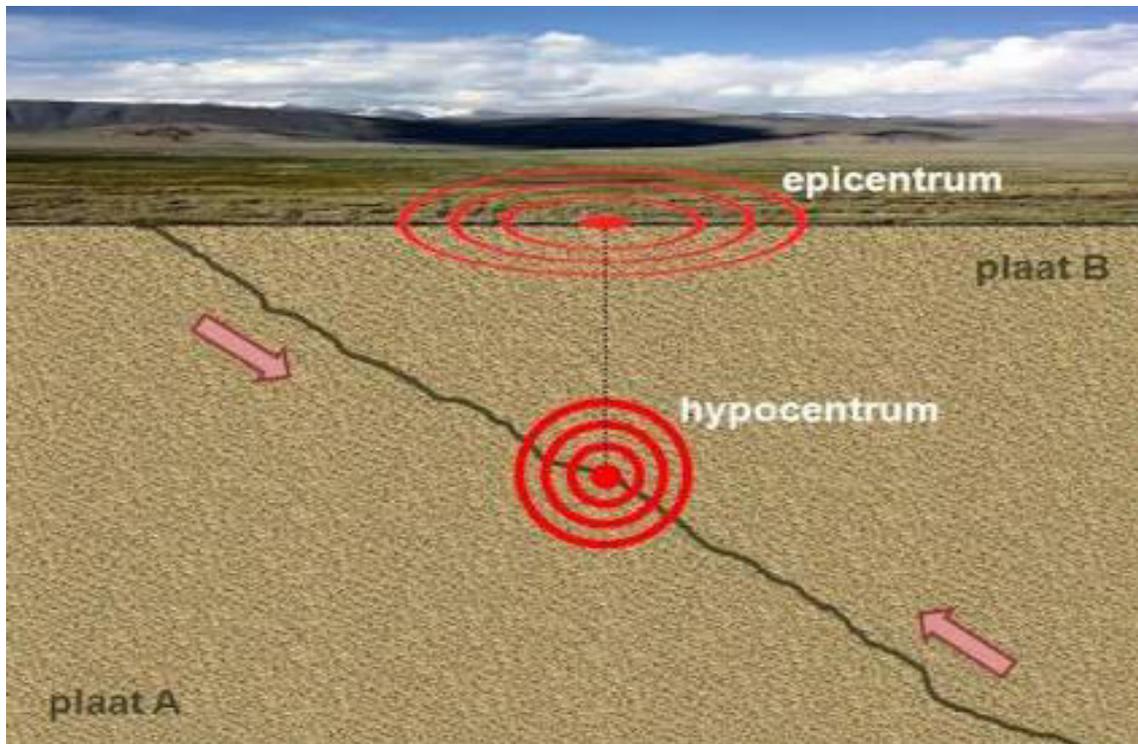
Lempeng-lempeng bumi bergerak secara bergesekan, saling menekan, dan saling mendesak dengan batuan bumi. Pergerakan yang secara terus menerus akan mengakibatkan tekanan yang semakin bertambah besar sehingga mengakibatkan pelepasan energi dan menyebabkan gempa bumi. Pergerakan lempeng bumi ini disebut dengan gerak tektonik lempeng. Gerak tektonik lempeng dapat dibedakan menjadi tiga yaitu lempeng tumbukan (*subduction*), lempeng berpapasan (*transform fault*), dan lempeng saling menjauh (*divergent-junctions*).

Pergeseran lapisan bumi dapat terjadi secara vertikal dan horizontal dan menghasilkan pola baru lahan struktural (struktur diastropik) berbentuk pelengkungan, pelipatan, patahan, dan retakan. Berikut adalah contoh bentuk struktural yang dihasilkan gempa bumi tektonik.

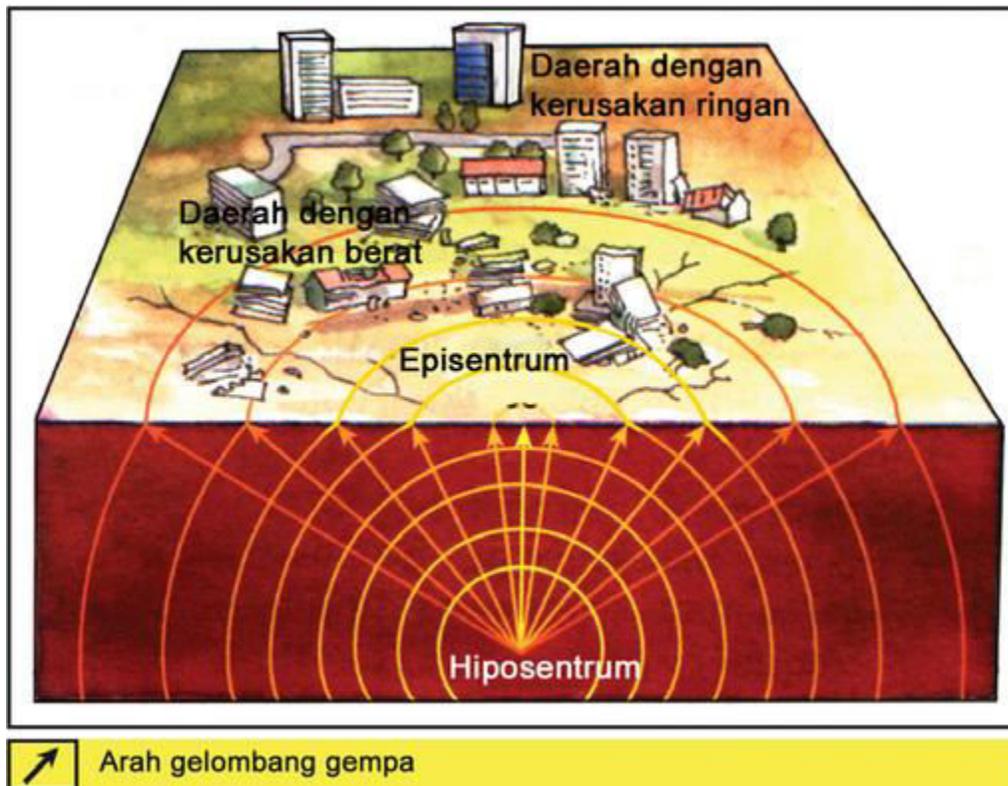


Gambar 3. Gerakan Tektonik Lempeng (Sumber : <http://www.dedenandang.com/pengertian-dan-beberapa-teori-dalam-pembentukan-lempeng-bumi/>)

Titik pusat dalam perut bumi sumber gempa bumi disebut dengan hiposentrum. Hiposentrum juga disebut dengan *focus* atau *ground zero*. Sedangkan episentrum merupakan proyeksi atau garis tegak lurus dari hiposentrum ke permukaan bumi.



Gambar 4. Hiposentrum dan Episentrum (Sumber : quora.com)



Gambar 5. Lokasi Hiposentrum dan Episentrum akan Menentukan Daerah Terdampak dan Tingkat Kerusakan Akibat Gempa Bumi (Sumber : ipedia.web.id)

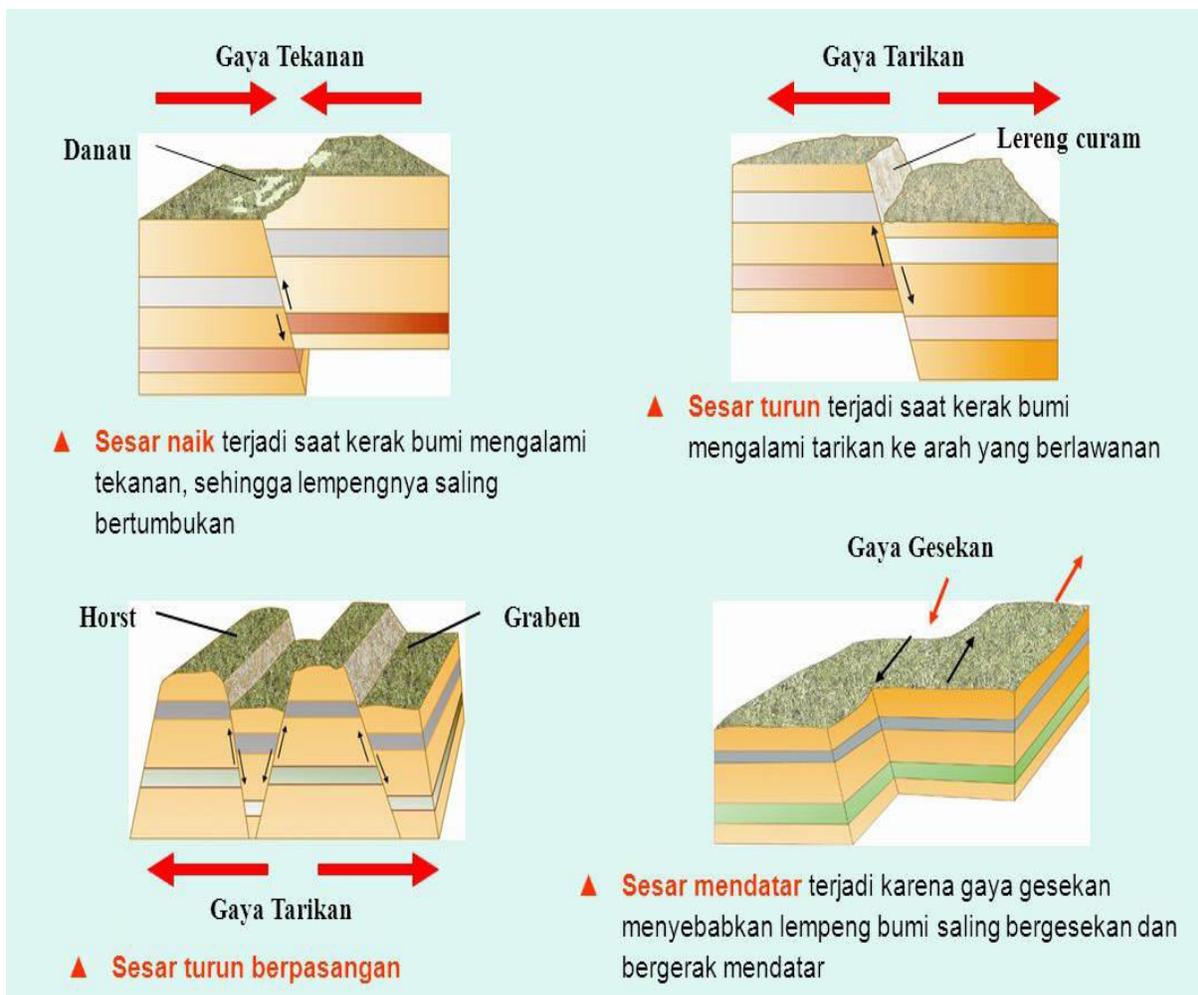
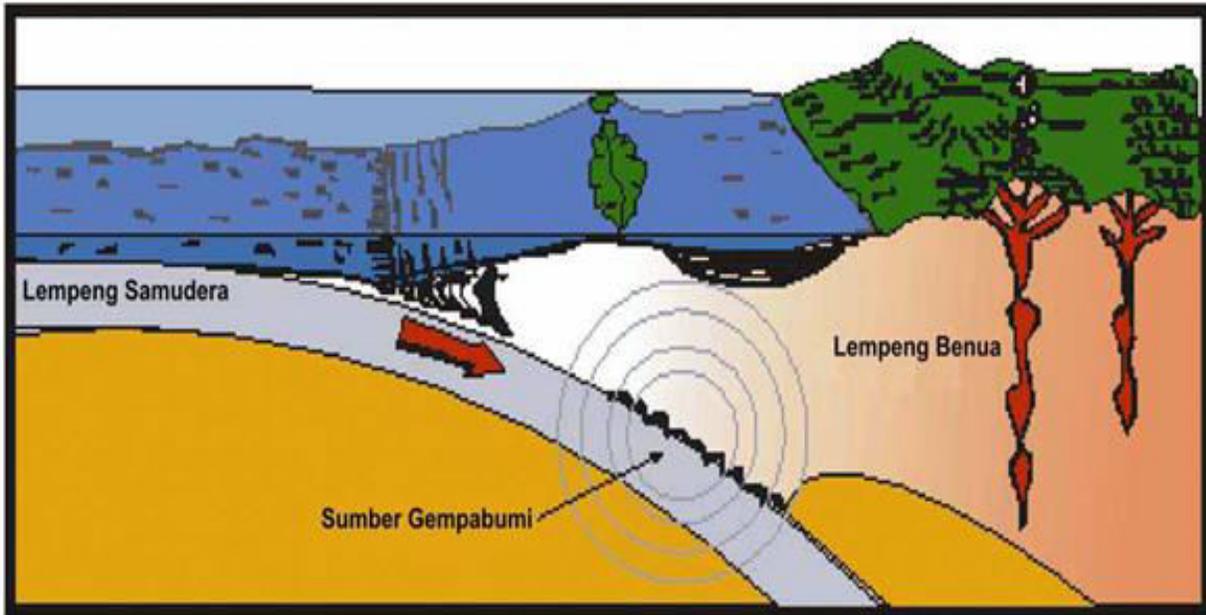
Kategori Gempa Bumi

Gempa bumi dibedakan berdasarkan beberapa kategori, diantaranya pembagiannya didasarkan pada faktor penyebab gempa bumi, kedalaman/fokus gempa bumi, lokasi gempa bumi, intensitas, jarak, tipe rangkaian kejadian, dan berdasarkan gelombang gempa bumi. Berikut akan diringkas penjelasan mengenai pembagian gempa bumi berdasarkan kategori-kategori tersebut.

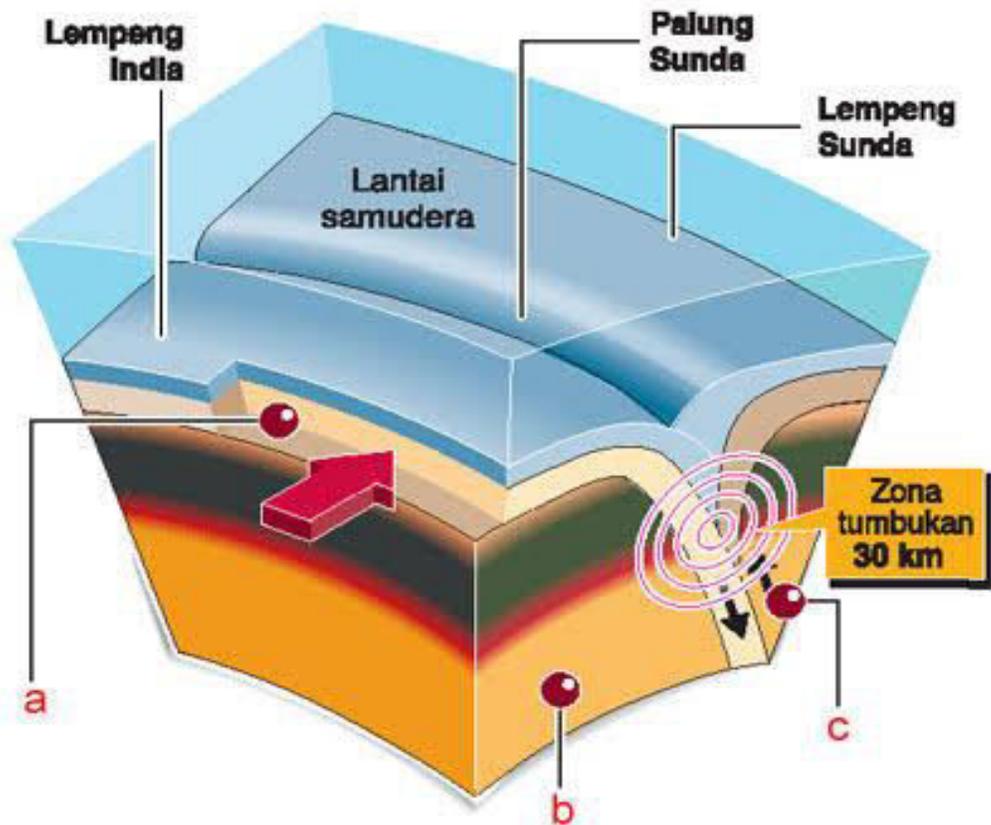
Gempa Bumi Berdasarkan Penyebab

Gempa bumi dapat dibedakan menjadi beberapa bentuk yang didasarkan pada proses yang mendasarinya atau faktor penyebabnya, antara lain gempa bumi tektonik (*tectonic earthquake*), gempa bumi vulkanik (*volcanic earthquake*), gempa bumi runtuh (*sudden ground shaking*), gempa bumi tumbukan, dan gempa bumi buatan.

Gempa bumi tektonik terjadi akibat pergeseran lempeng tektonik di lapisan litosfer yang menyebabkan tumbukan pada kerak bumi. Pergeseran lempeng tektonik disertai pelepasan energi sehingga menyebabkan gempa bumi skala kecil hingga besar.

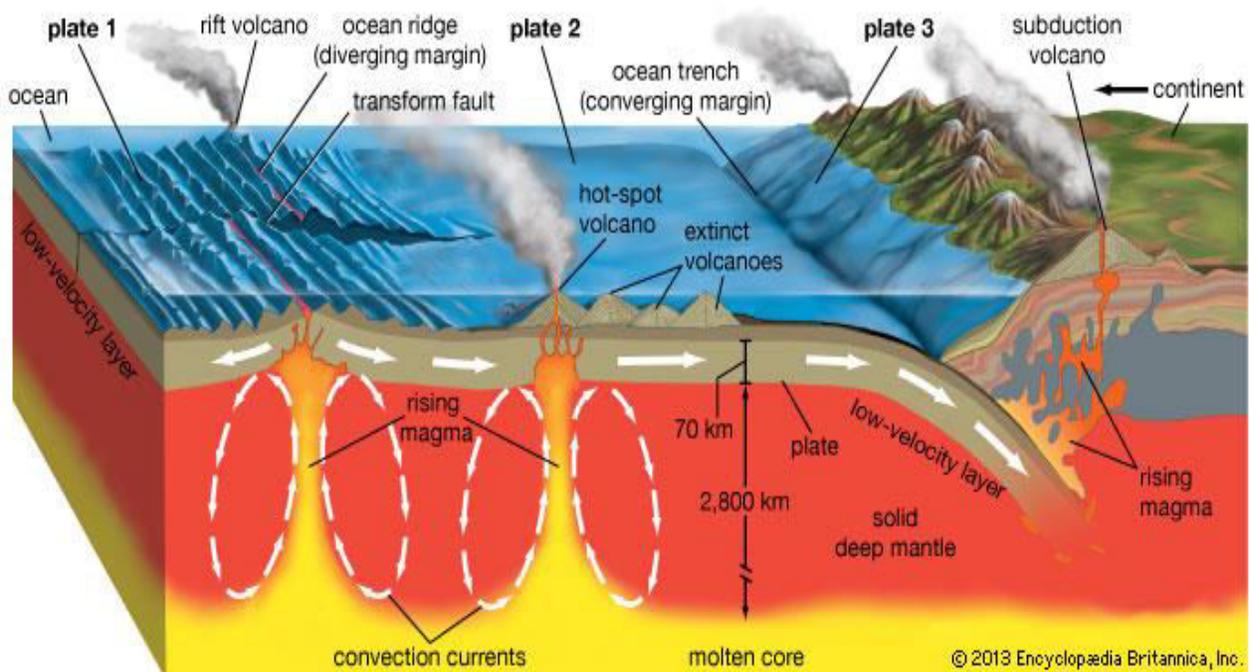


Gambar 6. Proses Terjadinya Gempa Bumi Tektonik (Sumber : ilmusiana.com)

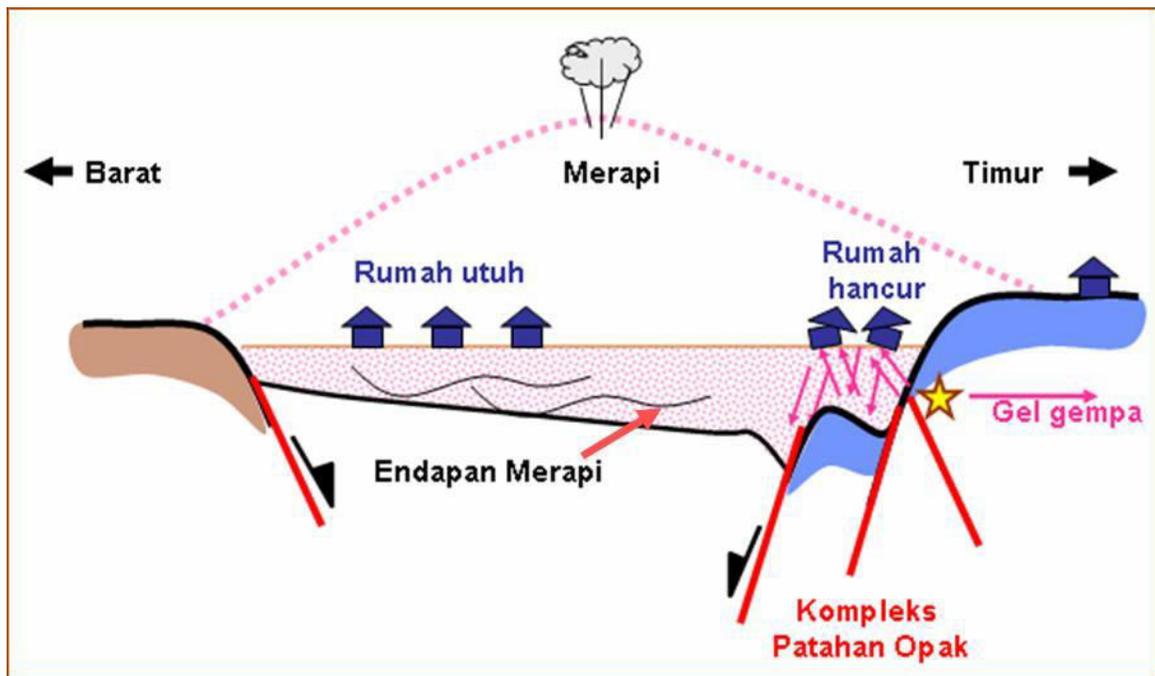


Gambar 7. Contoh Gempa Bumi Tektonik Tumbukan Lempeng India dan Sunda
(Sumber : bolehtau.wordpress.com)

Gempa bumi vulkanik disebabkan adanya aktivitas pergerakan magma di bawah gunung berapi. Gempa bumi vulkanik merupakan salah satu tanda peningkatan aktivitas vulkanik gunung berapi yang berpotensi terjadinya letusan.

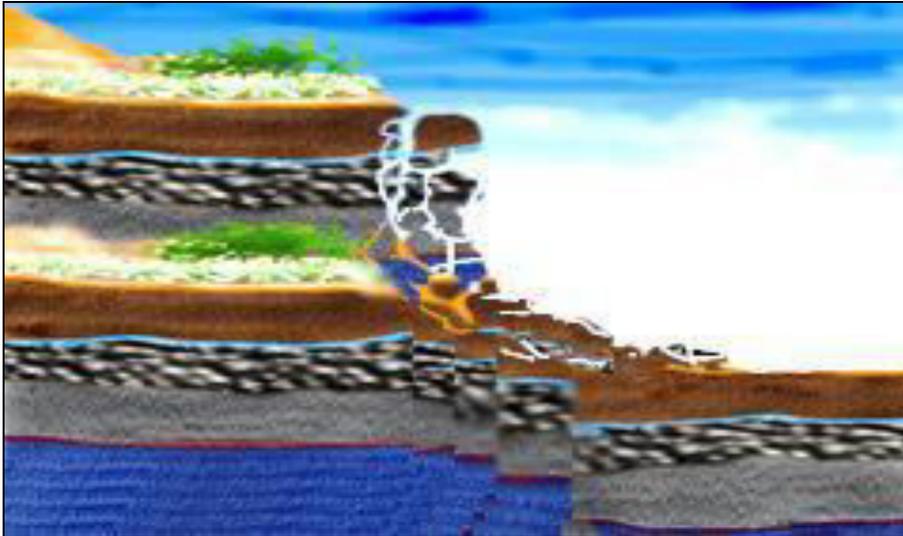


Gambar 8. Proses Gempa Bumi Vulkanik (Sumber : britannica.com)



Gambar 9. Contoh Gempa Vulkanik Gunung Merapi (Sumber : renaameliaxap1.blogspot.com)

Gempa bumi runtuh disebabkan runtuh gua, terowongan, ataupun atap pertambangan yang menimbulkan getaran. Gempa bumi ini bersifat lokal artinya getarannya hanya terasa di daerah sekitar runtuh.



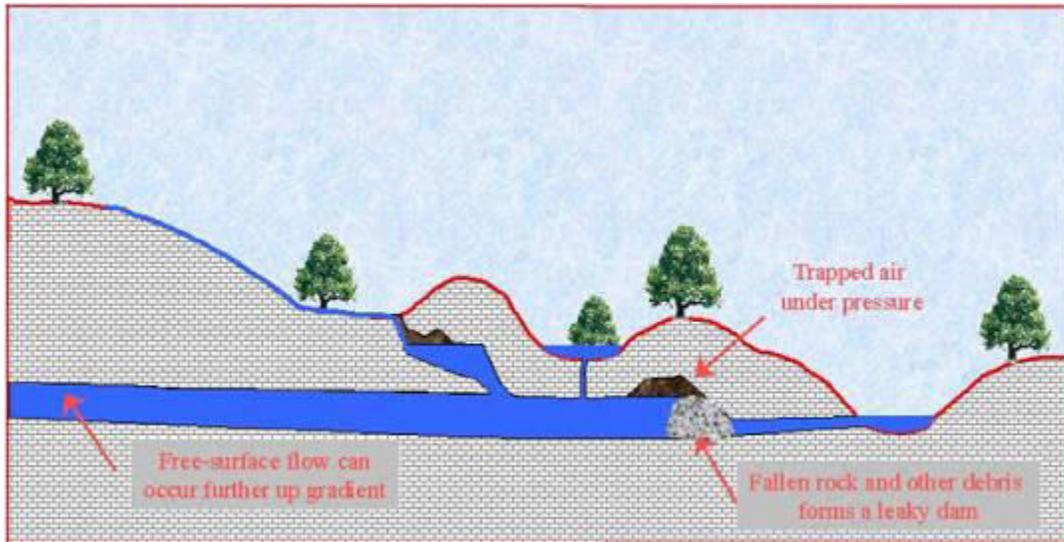
Gambar 10. Proses Gempa Bumi Runtuhan (Sumber : agnazgeograph.wordpress.com)

Gempa bumi tumbukan disebabkan tumbukan meteor atau benda angkasa lain yang jatuh ke bumi. Gempa bumi yang dihasilkan tergantung pada besarnya sumber tumbukan.



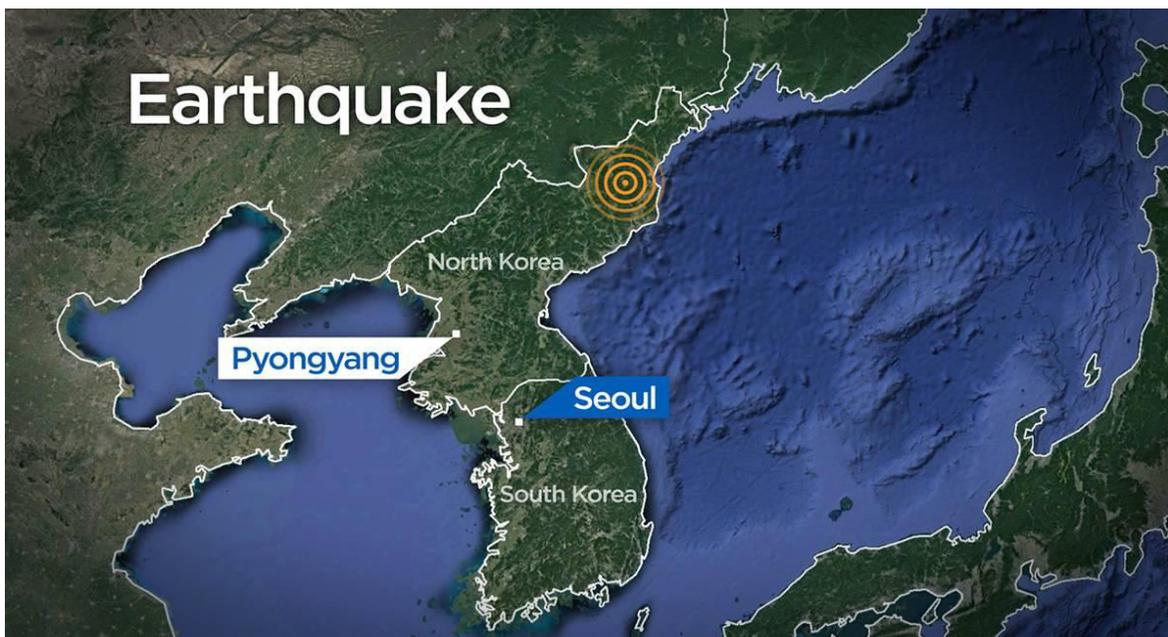
Gambar 11. Contoh Gempa Bumi Tumbukan (Sumber : www.astro.auth.gr)

Gempa bumi penumpukan massa air. Gempa bumi juga dapat terjadi akibat penumpukan massa air karena mampu menghasilkan getaran. Misalnya gempa bumi akibat penumpukan massa air di waduk atau dam.



Gambar 12. Proses Gempa Bumi Penumpukan Massa Air
(Sumber : slideshare.net)

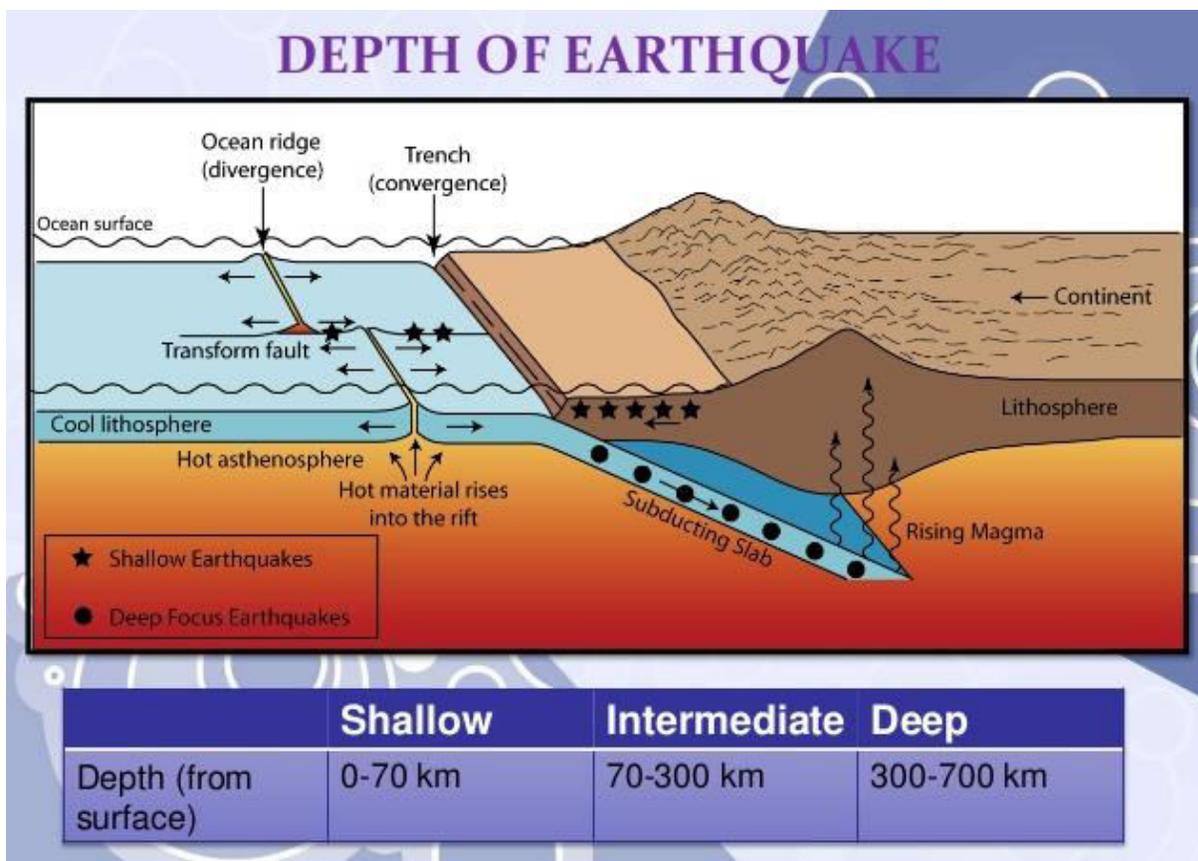
Gempa bumi buatan disebabkan aktivitas manusia, seperti getaran yang disebabkan nuklir, bom atom, ataupun peledakan yang lainnya.



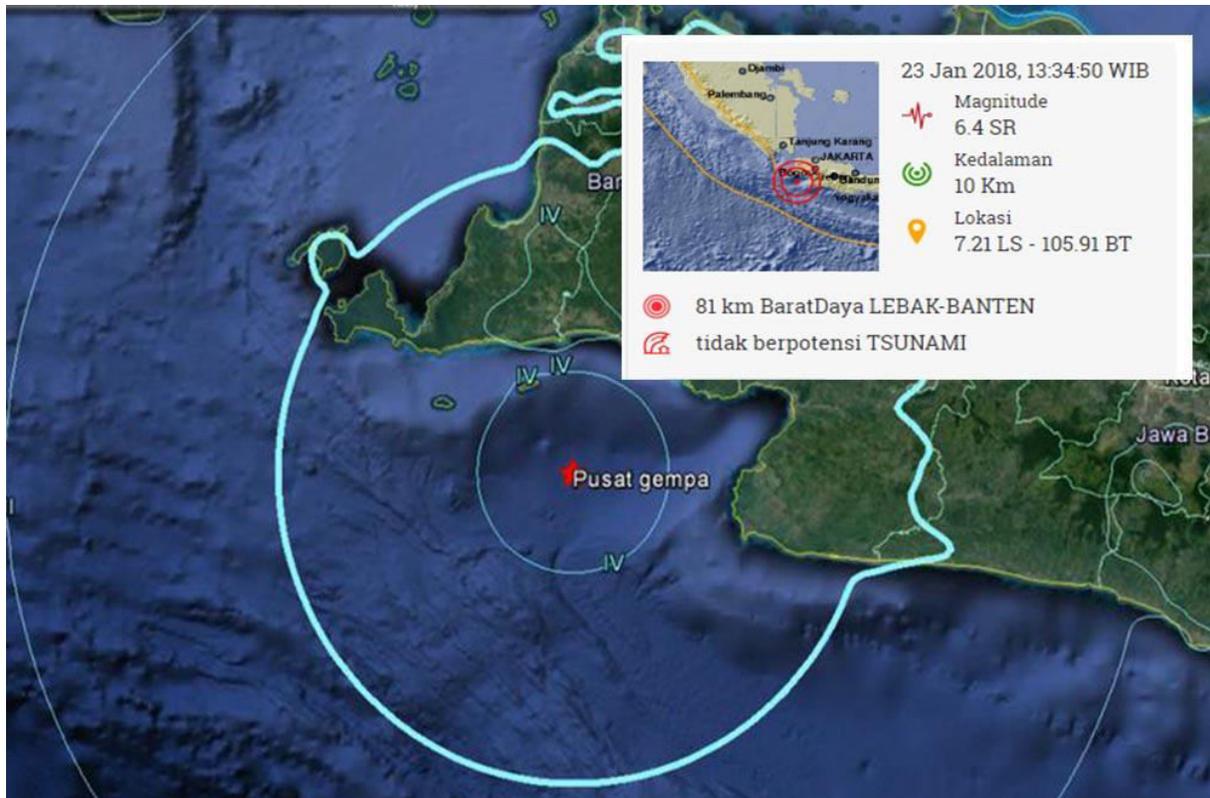
Gambar 13. Perkiraan Gempa Bumi Buatan yang Disebabkan Uji Coba Nuklir
(Sumber : epochtimes.id)

Gempa Bumi Berdasarkan Kedalaman Hiposentrum

Berdasarkan kedalamannya gempa bumi dapat dibagi menjadi 3 yaitu gempa bumi dalam, gempa bumi menengah, dan gempa bumi dangkal (Supriyono, 2014). Gempa bumi dalam berdasarkan data merupakan gempa bumi yang tidak terlalu berbahaya dan terjadi hanya sekitar 3 persen dari kasus gempa bumi yang terjadi di bumi. Pusat gempanya terletak di dalam bumi (hiposentrum) dengan kedalaman sekitar lebih dari 300 kilometer dari permukaan bumi. Gempa bumi menengah posisi pusat gempanya sekitar 70-300 kilometer. Dampak dari gempa bumi menengah biasanya berupa kerusakan ringan dan getarannya lebih terasa dibandingkan dengan gempa bumi dalam. Gempa bumi dangkal dicirikan dengan pusat gempa berada di sekitar kurang dari 70 kilometer sehingga getarannya sangat terasa dan menimbulkan kerusakan fisik dan korban jiwa yang banyak. Di Indonesia dalam rentang waktu antara Januari 2017 hingga Januari 2018 telah terjadi sekitar 140 kali gempa bumi dengan rincian gempa dangkal yang terjadi sekitar 107 kali dan 31 kali terjadi gempa dalam.

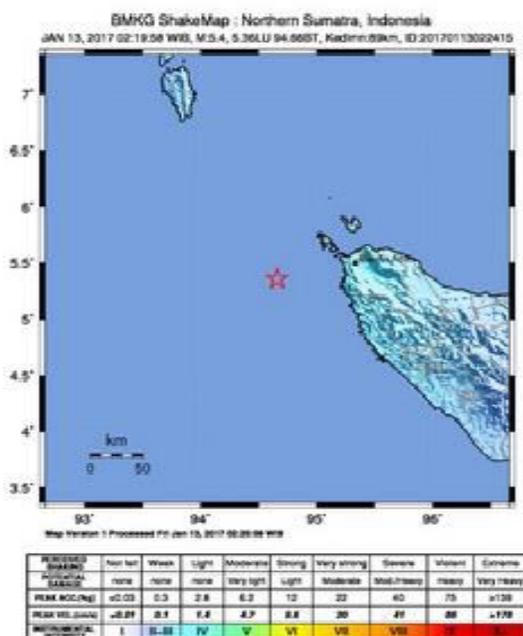


Gambar 14. Kedalaman Hiposentrum Gempa Bumi
(Sumber : slideshare.net)



Gambar 15. Contoh Gempa Bumi Dangkal (Sumber : Sumber : www.bmkg.go.id)

Peta Guncangan Gempabumi (Earthquake Shakemap)-InaTEWS BMKG



Parameter Gempabumi

13-01-2017 02:19:58 WIB

Magnitude
5.4 SR

Kedalaman
89 Km

Lokasi
5.36 - 94.66

76 km BaratDaya
BANDAACEH-ACEH

Gambar 16. Contoh Gempa Bumi Menengah (Sumber : www.bmkg.go.id)

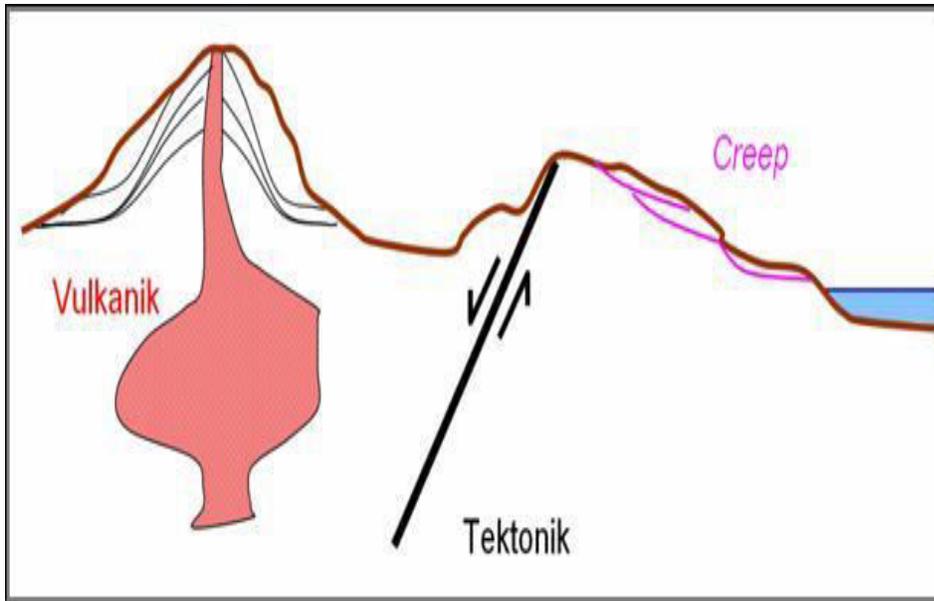


Gambar 17. Contoh Gempa Bumi Dalam
(Sumber : www.bmkg.go.id)

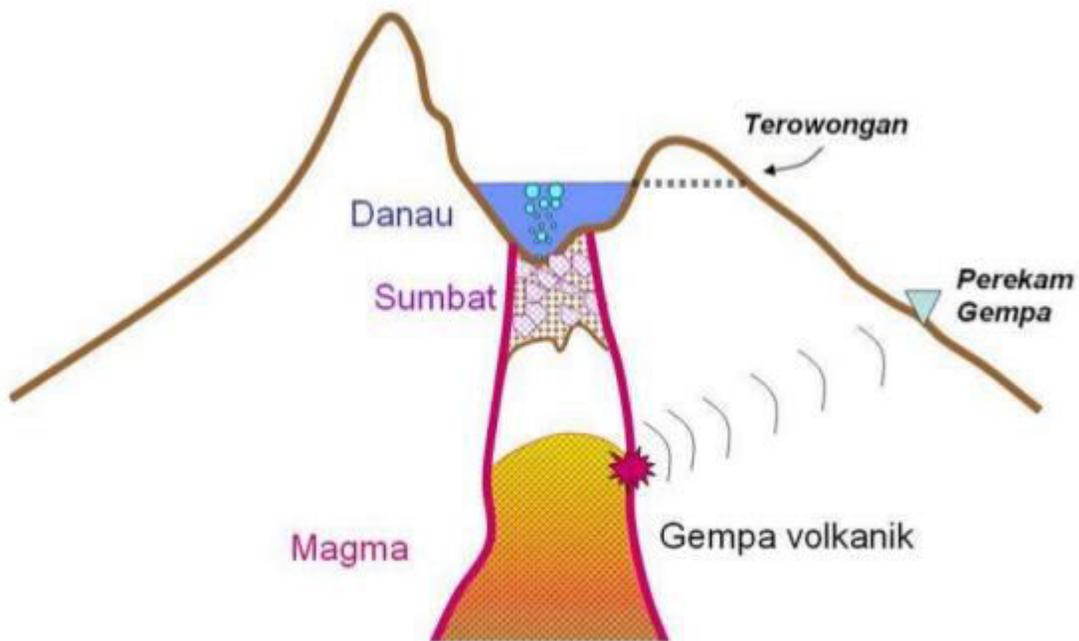
Gempa Bumi Berdasarkan Kedalaman Episentrum

Dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu gempa sentral yang episentrumnya berbentuk titik dan gempa linier yang episentrumnya berbentuk garis.

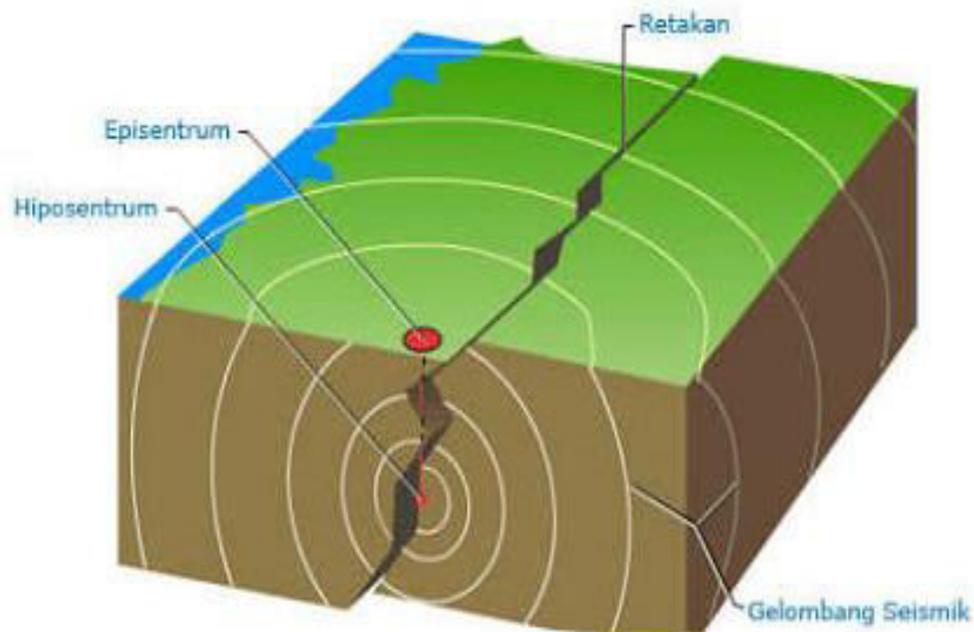
Gempa vulkanik dan gempa runtuh termasuk pada gempa sentral. Gempa tektonik tergolong pada gempa linier karena menghasilkan patahan.



Gambar 18. Gempa Bumi Vulkanik dan Tektonik (Sumber : wartabencana.com)



Gambar 19. Gempa Sentral (Sumber : anneahira.com)



Gambar 20. Gempa Linier (Sumber : ilmupengetahuan.org)

Gempa Bumi Berdasarkan Lokasi

Kemudian pembagian lokasi terjadinya gempa bumi terdapat dua lokasi yaitu daratan dan lautan. Gempa bumi daratan merupakan gempa bumi yang sumber gempunya berasal di daratan. Sebagai contoh gempa bumi yang terjadi di daratan adalah gempa bumi Bantul (Daerah Istimewa Yogyakarta) tahun 2006.

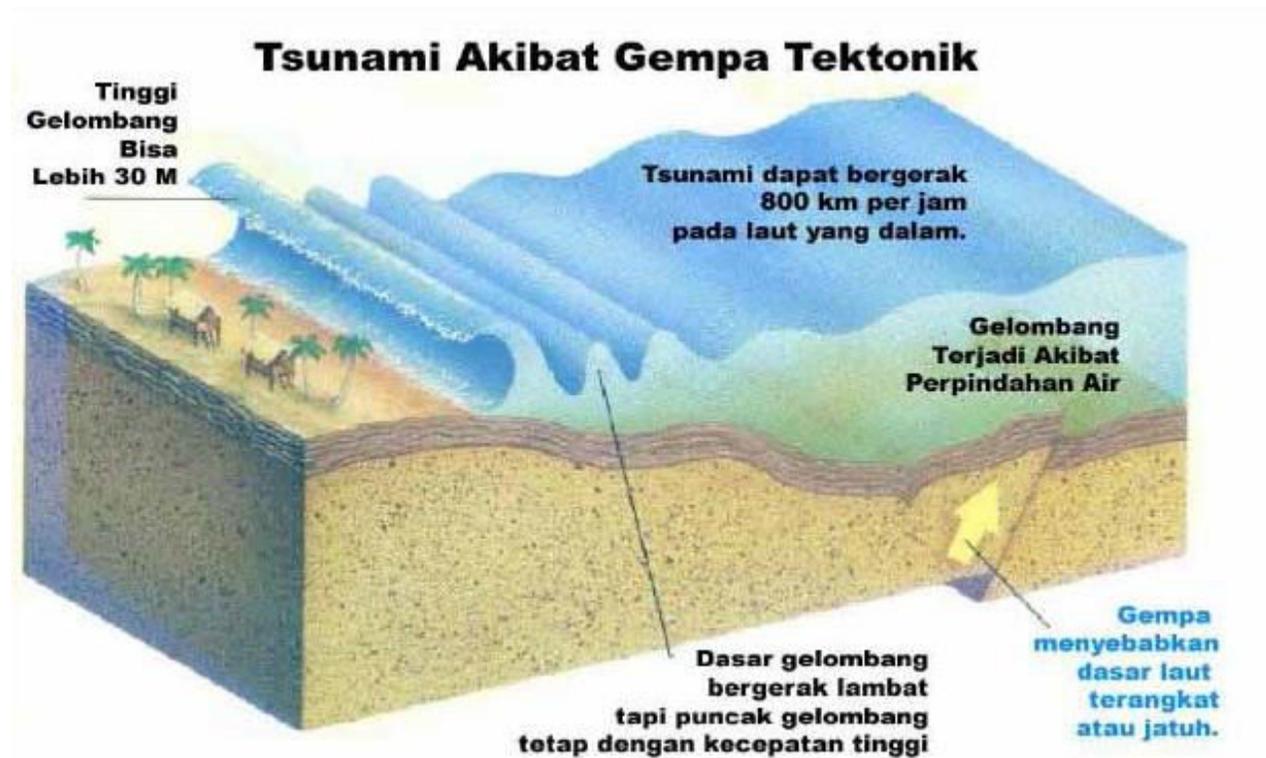


Gambar 21. Gempa Bumi yang Terjadi di Daratan
(Sumber : USGS)

Gempa bumi lautan merupakan gempa bumi yang sumber gempanya terjadi di lautan. Gempa bumi lautan berpotensi menimbulkan tsunami. Gempa bumi yang kemudian mendapatkan susulan tsunami akan makin membuat kerusakan akibat bencana alam. Kerusakan seperti bangunan yang roboh dan korban jiwa akibat tertimpa bangunan yang roboh akan dapat meningkat kerusakannya akibat air bah yang masuk ke daratan akibat tsunami. Seperti kasus gempa bumi yang terjadi di Aceh pada tahun 2004, gempa bumi menyebabkan kerusakan bangunan fisik dan korban jiwa kemudian disusul dengan terjadinya tsunami yang menyebabkan korban dan kerusakan menjadi lebih besar.

Tsunami berasal dari bahasa Jepang yaitu Tsu yang artinya pelabuhan dan name yang artinya gelombang. Secara harfiah tsunami diartikan sebagai gelombang laut yang besar di pelabuhan. Tsunami dapat disebabkan gerakan patahan, gempa, longsor, jatuhnya benda-benda langit, letusan gunung api di dalam laut yang dekat dengan permukaan air. Dengan demikian gelombang tsunami berbeda dengan gelombang pasang atau gelombang yang disebabkan angin.

Gelombang laut yang tinggi pada prosesnya dapat dibedakan menjadi dua sumber yaitu disebabkan gempa tektonik yang terjadi di laut sehingga menghasilkan tsunami dan gelombang laut yang disebabkan oleh angin.



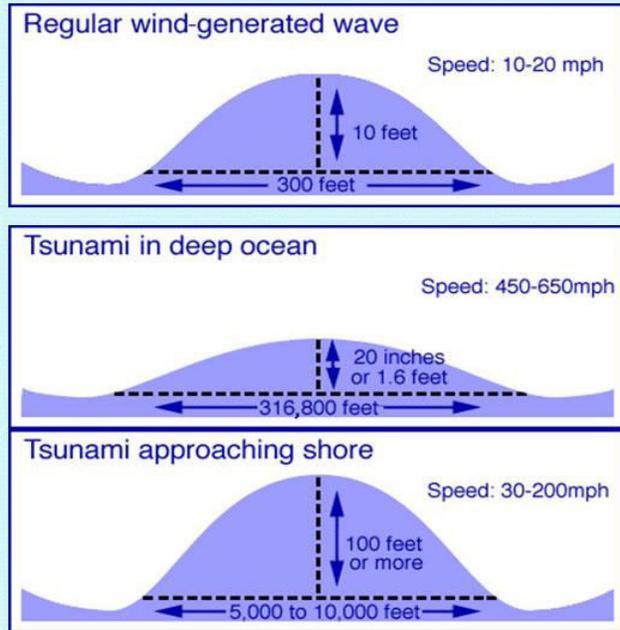
Gambar 18. Gempa yang Terjadi di Lautan Menimbulkan Tsunami
(Sumber : atmago.com)

JENIS – JENIS GELOMBANG LAUT

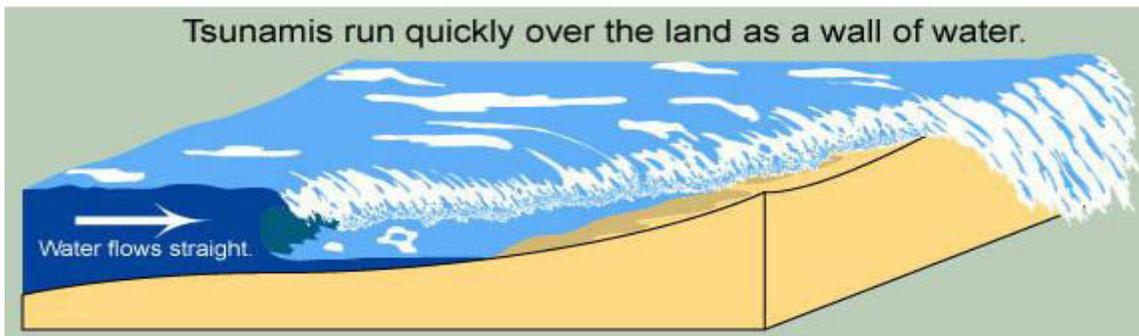
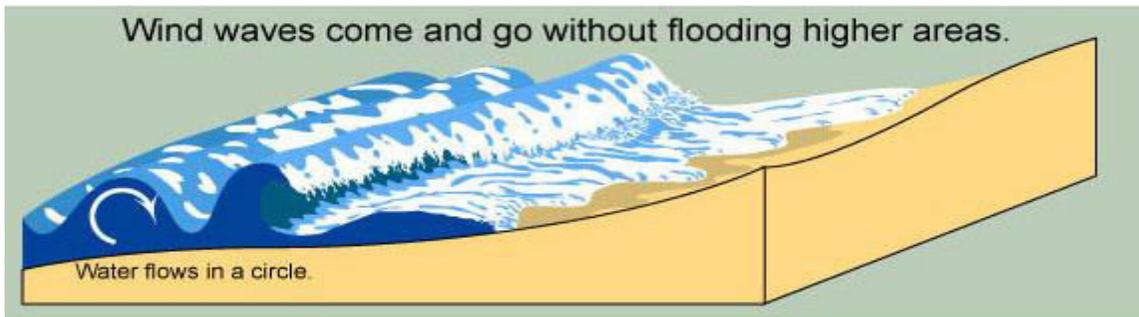
Gelombang laut akibat angin :
Periode pendek : 2 - 25 sec

Tsunami:
Periode panjang: 5 - 60 min
Ditimbulkan oleh gempa bumi

Ketinggian Gelombang :
Di laut dalam : < 1 m
Di pantai : ≤ 30 m



Gambar 22. Jenis-jenis Gelombang Laut (Sumber : slideplayer.info)



Gambar 23. Perbedaan Gelombang Tsunami dan Gelombang Angin (Sumber : id.wikipedia.org)

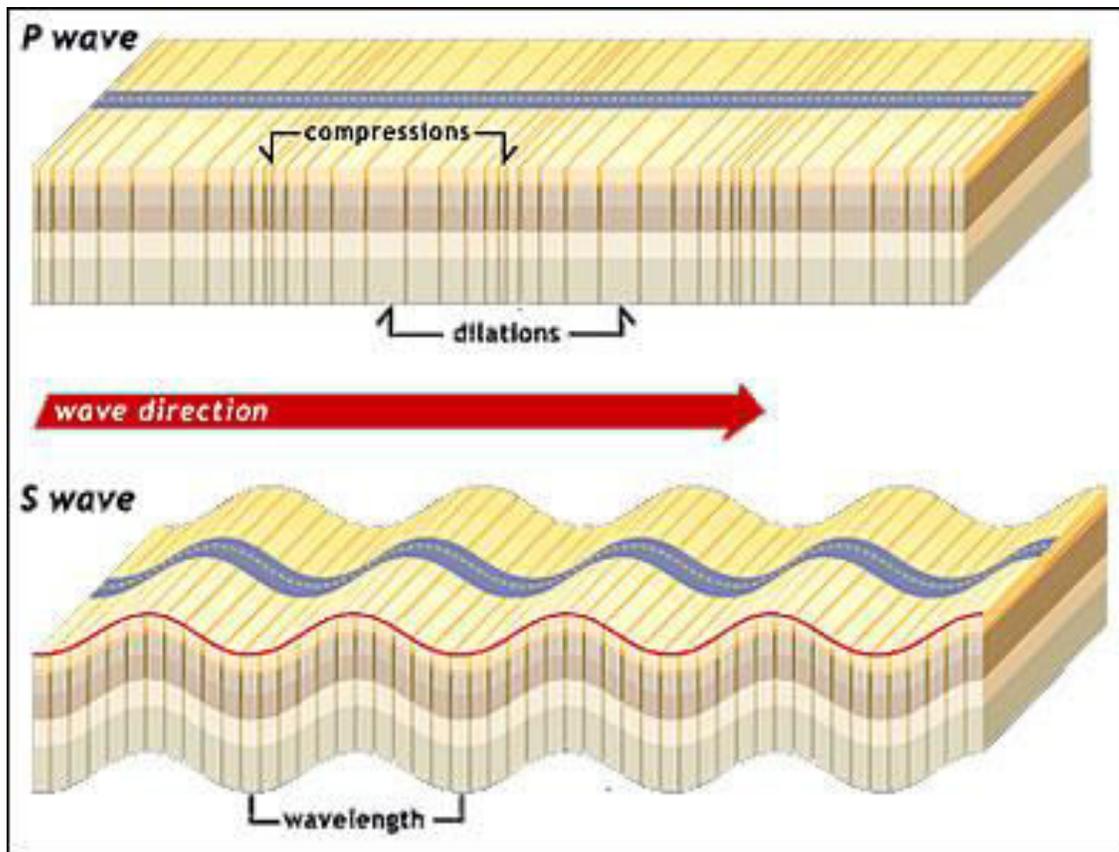
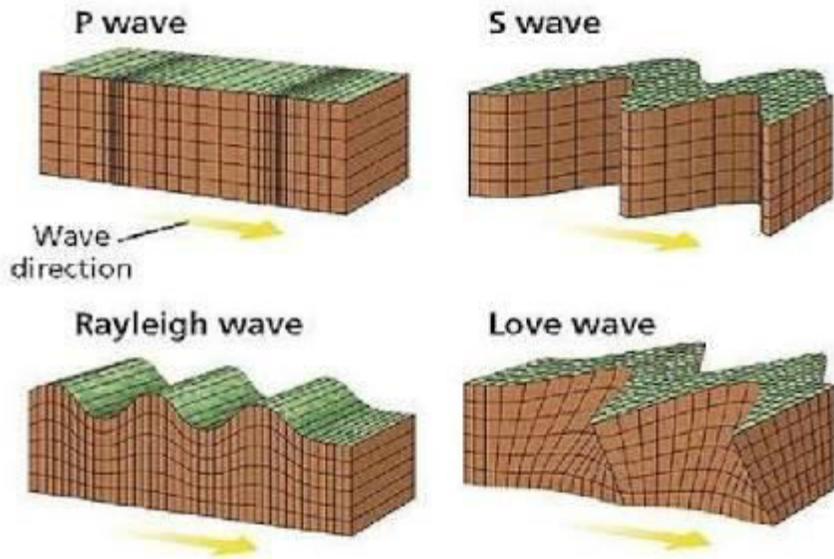
Gempa Bumi Berdasarkan Gelombang

Gempa bumi berdasarkan gelombang dibedakan menjadi gempa bumi gelombang primer, gempa bumi gelombang sekunder, dan gempa bumi gelombang panjang. Gelombang primer dan gelombang sekunder merupakan *Body Waves*. Sedangkan gelombang panjang merupakan *Surface Waves*.

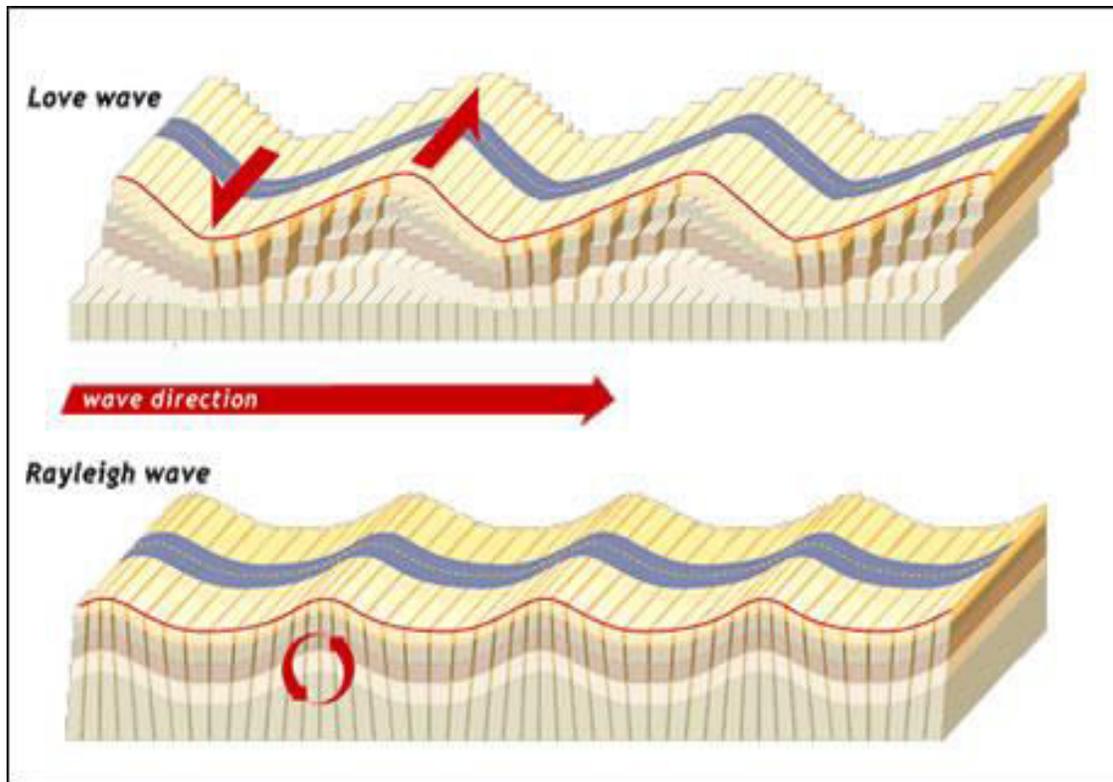
Gempa bumi gelombang primer dicirikan dengan gempa bumi yang gelombangnya merambat di tubuh bumi kecepatannya sekitar 7 hingga 14 kilometer/detik. Nama lain gempa bumi gelombang primer disebut gempa bumi gelombang longitudinal atau mampatan. Gempa bumi gelombang sekunder merupakan gempa bumi yang menimbulkan gelombang dan merambat di tubuh bumi dengan kecepatan 4-7 kilometer/detik. Gelombang sekunder getarannya merambat seperti gelombang primer tetapi kecepatannya sudah berkurang. Gempa bumi gelombang sekunder disebut dengan gempa bumi gelombang transversal atau rincih. Gelombang primer dan sekunder getarannya berasal dari hiposentrum.

Gempa bumi gelombang panjang atau gempa bumi gelombang permukaan getarannya lebih terasa di permukaan bumi kecepatannya lebih lambat yaitu kurang dari 4 kilometer/detik. Gelombang panjang berasal dari episentrum dan yang lebih menimbulkan kerusakan di permukaan bumi. Gelombang permukaan getarannya terasa setelah gelombang yang merambat di tubuh bumi (*body waves*). Gelombang permukaan terdiri atas dua jenis yaitu *Love Wave* dan *Rayleigh Wave*. *Love wave* bergerak seperti ular, bergerak dari sisi bagian ke sisi bagian lainnya, sehingga menyebabkan kerusakan yang berat di permukaan bumi. Sedangkan *Rayleigh wave* bergerak naik dan turun di sepanjang permukaan bumi.

Types of Seismic Waves



Gambar 24. Gelombang Primer dan Sekunder (Sumber : sms-tsunami-warning.com)



Gambar 25. Love Wave dan Rayleigh Wave (Sumber : sms-tsunami-warning.com)

Gempa Bumi Berdasarkan Magnitude

Gempa bumi dapat diukur kekuatannya yang seringkali disebut Magnitudo diukur menggunakan seismograf. Telah terdapat beberapa skala yang digunakan untuk kriteria pengukuran kekuatan gempa bumi dan yang paling populer adalah skala Richter. Selain skala Richter juga terdapat skala Mercalli dan skala Omari.

Skala pengukur kekuatan gempa bumi memberikan manfaat meskipun tidak dapat mencegah terjadinya gempa bumi. Manfaat adanya skala pengukur kriteria kekuatan gempa bumi antara lain mengetahui kekuatan gempa bumi, membuat perkiraan dampak gempa bumi, serta digunakan untuk antisipasi dengan membuat kebijakan bangunan tahan gempa yang dirancang berdasarkan pengalaman terjadinya gempa bumi dan dampaknya pada bangunan.



Gambar 26. Alat Pencatat Magnitude Gempa Seismograf
(Sumber : pinterpandai.com)

Berikut akan digambarkan mengenai kategori skala Richter tentang kekuatan gempa bumi dan dampaknya (Supriyono, 2014).

Tabel 1.
Skala Richter

Kekuatan Gempa (Skala Richter)	Klasifikasi Umum	Dampak
Kurang dari 3,5	Goncangan kecil	Getarannya tidak terasa
3,5 – 5,5	Gempa kecil	Getarannya terasa namun jarang menyebabkan kerusakan
5,6 – 6,0	Gempa keras	Kerusakan cukup parah pada bangunan yang kurang kokoh
6,1 – 7,0	Gempa destruktif	Kerusakan cukup parah meskipun bangunan cukup kokoh
7,1 – 8,0	Gempa besar	Gempa bumi besar, kerusakan parah dan area yang mengalami kerusakan luas
Lebih besar dari 8,0	Bencana Nasional	Gempa bumi sangat besar dan kerusakan parah

Selain skala yang digunakan untuk mengukur kekuatan gempa bumi, terdapat juga skala yang mengukur dampak atau tingkat kerusakan gempa bumi. Skala ini disebut dengan skala

intensitas gempa bumi yaitu Modified Mercalli Intensity (MMI) yang berkisar antara I sampai XII. Berikut penjelasan ringkas pada tiap angka intensitas gempa bumi (Supriyono, 2014).

1. Intensitas I

Gempa bumi tidak menimbulkan getaran yang terasa namun tercatat dalam alat pencatat gempa seismograf. Kerusakan tidak nampak karena getarannya yang ringan.

2. Intensitas II

Getaran dirasakan orang-orang yang berada di bangunan tinggi, benda-benda yang tergantung dengan berat ringan akan bergerak atau bergoyang karena getaran.

3. Intensitas III

Getaran gempa bumi dirasakan orang yang berada di dalam bangunan seperti rumah, meskipun tidak berada di bangunan yang berlantai tinggi atau berada di ketinggian.

4. Intensitas IV

Hampir sama seperti gempa bumi dengan intensitas II dan III, namun disertai ciri tambahan seperti gelas yang ditata bergerak dan berbunyi, daun pintu bergerak, atap dan rangka rumah berbunyi.

5. Intensitas V

Getaran lebih keras dari intensitas IV, orang yang dalam kondisi terbaring juga dapat merasakan gempa bumi, barang-barang bergerak dan terjatuh, seperti barang-barang di atas almari jatuh, pintu membuka dan menutup dengan keras, barang-barang yang berada di dinding akan terjatuh.

6. Intensitas VI

Getaran lebih keras, orang-orang yang berada di dalam bangunan mulai keluar dan timbul kepanikan. Semen atau plester dinding bangunan mulai mengelupas, beberapa atap bangunan mulai ambruk, dan kerusakan bangunan mulai terlihat.

7. Intensitas VII

Kerusakan yang ditimbulkan menjadi lebih terlihat dibandingkan dengan intensitas VI. Bangunan yang kokoh mengalami kerusakan ringan, sedangkan bangunan yang kurang kuat akan ambruk. Orang-orang yang berada di dalam kendaraan akan dapat merasakan getaran, orang yang berjalan dapat jatuh karena keseimbangan hilang setelah mengalami getaran.

8. Intensitas VIII

Getaran lebih kuat dibandingkan intensitas sebelumnya. Bangunan yang kokoh dapat mengalami retakan, dinding dapat ambruk, tanah mulai merekah, terjadi tanah longsor di daerah yang miring atau lereng bertebing.

9. Intensitas IX

Intensitas IX dicirikan dengan getaran yang sangat keras, bangunan yang kokoh dapat hancur, rangka bangunan menjadi tidak simetris dan tidak lurus, pondasi rumah hancur, pipa atau saluran air dan gas dapat pecah.

10. Intensitas X

Gempa dengan intensitas X menyebabkan rangka rumah terlepas dari pondasi, bangunan kuat hancur, tanah yang datar mengalami retakan dan terbelah-belah, tanah longsor karena tanah yang padat menjadi lebih lembek, jembatan rusak atau patah.

11. Intensitas XI

Gempa yang sangat keras, hampir semua bangunan roboh, besi-besi penghubung jalan dan rel kereta api melengkung karena getaran yang sangat keras.

12. Intensitas XII

Gempa yang sangat keras dan sangat merusak. Semua bangunan hancur, tidak ada bangunan yang dapat bertahan dalam gempa dengan intensitas XII. Tanah terbelah ataupun menjadi bergelombang karena getarannya yang sangat kuat, banyak benda bahkan pohon tercabut dari tanah dan terlempar ke udara.

Tabel 2.
Skala Omari

Derajat	Keterangan
I	Getaran-getaran kecil dirasakan banyak orang tetapi tidak semua orang merasakannya
II	Getaran-getaran sedang, semua orang merasakannya, getaran dapat memecahkan atau merusak barang, jendela dan pintu bergetar atau berbunyi
III	Getaran-getaran agak kuat, jam dinding berhenti, pintu dan jendela terbuka
IV	Getaran-getaran kuat, hiasan yang berada di dinding jatuh, menimbulkan retakan di dinding
V	Getaran sangat kuat, dinding dan atap runtuh
VI	Rumah-rumah yang kuat roboh
VII	Kerusakan total

Sumber: Christanto (Sitat dalam Puturuhi, 2015)

Gempa Bumi Berdasarkan Tipe Rangkaian Kejadian Gempa Bumi

Gempa bumi Tipe I, yaitu gempa bumi utama yang diikuti gempa bumi susulan tanpa diawali gempa awal (*fore shock*). Contoh gempa bumi tipe I adalah gempa bumi yang terjadi di 42 Km Barat Daya Kawalu Jawa Barat yang dirasakan di Jawa dengan intensitas getaran 6,9 SR dengan kedalaman 107 Km (berpotensi tsunami), kemudian diikuti dengan gempa susulan (*after shock*) dengan intensitas getaran 3,2 SR, 3,4 SR, dan 3,2 SR. Gempa bumi Tipe II, yaitu gempa bumi yang terdapat gempa bumi utama, diawali dengan gempa pertama, dan diikuti dengan gempa susulan. Gempa bumi Tipe III yaitu gempa bumi tanpa adanya gempa bumi utama, biasanya terjadi cukup panjang rentang waktunya yang sering disebut dengan gempa tipe *swarm* yang sering terjadi di daerah vulkanik.

Gempa Bumi Berdasarkan Jarak

Gempa bumi berdasarkan jarak dapat dibagi menjadi tiga yaitu gempa bumi sangat jauh, gempa bumi jauh, dan gempa bumi lokal. Gempa bumi sangat jauh dicirikan dengan jarak episentrum lebih dari 10.000 Km. Gempa bumi jauh dicirikan dengan jarak episentrum sekitar 10.000 Km. Gempa bumi lokal dicirikan dengan jarak episentrum kurang dari 10.000 Km.

Dampak Gempa Bumi

Gempa bumi memberikan dampak yang dapat dibagi menjadi dua bentuk yaitu dampak primer dan dampak sekunder. Dampak primer adalah dampak utama yang dihasilkan bencana gempa bumi yaitu guncangan tanah (*ground shaking*), geseran tanah (*ground faulting*), dan gelombang pasang (tsunami). Dampak sekunder gempa bumi antara lain tanah longsor, banjir karena jebolnya dam atau tanggul, retakan tanah, penurunan tanah, pelembehan tanah sehingga tanah tidak stabil, dan kebakaran akibat hubungan pendek arus listrik atau kebocoran gas.

Gempa bumi dapat merusak bangunan dan menyebabkan korban luka atau meninggal dunia karena tertimpa runtuhnya bangunan, tertimbun longsor, hanyut dan tenggelam karena tsunami, ataupun terbakar. Arah getaran tanah akibat gempa bumi dapat merambat secara horizontal (merambat mendatar) dan merambat secara vertikal (merambat ke atas). Arah getaran horizontal dapat merusak atap dan jendela bangunan. Arah getaran vertikal dapat berdampak rusaknya bangunan secara keseluruhan (robok) terutama bangunan yang tidak dirancang tahan gempa.

Selain dampak fisik, gempa bumi juga menyebabkan dampak trauma psikologis, rusaknya sistem sosial, ekonomi, spiritual/religius, dan mata pencaharian. Dengan demikian gempa bumi merupakan jenis bencana yang sangat berisiko karena dapat terjadi di manapun, kapanpun, dan tidak dapat diprediksi terjadinya.

Risiko bencana gempa bumi yang tinggi dapat terjadi pada daerah dengan ciri sebagai berikut:

1. Daerah yang terletak di sepanjang patahan penyebab gempa bumi, daerah bekas endapan sungai, pantai, rawa, danau, bendungan, sistem alur sungai.
2. Pemukiman padat penduduk, gempa yang terjadi di daerah pemukiman padat penduduk lebih berisiko karena banyaknya jumlah bangunan dan penduduk. Kemungkinan banyaknya kerusakan bangunan akan lebih tinggi dan dapat menimpa atau melukai penduduk.
3. Gempa bumi yang terjadi di malam hari, karena umumnya masyarakat lebih banyak berada di dalam rumah ataupun dalam kondisi tidur.
4. Kesiapan individu dalam menghadapi bencana gempa bumi. Individu yang terbiasa mengalami gempa bumi atau telah mendapatkan pembelajaran kesiapan bencana gempa bumi akan lebih siap dalam menghadapi bencana gempa bumi dibandingkan yang tidak pernah mendapatkan pembelajaran kesiapan menghadapi bencana gempa bumi.
5. Bangunan yang tidak disiapkan untuk tahan gempa yaitu bangunan dengan desain teknis yang buruk, bangunan tanah, bangunan tembok tanpa penguatan.
6. Bangunan tua, bangunan dengan atap yang berat, bangunan tinggi yang dibangun di atas tanah lepas, tidak stabil.
7. Bangunan industri kimia

Tabel berikut menggambarkan tentang dampak bencana gempa Bantul (Daerah Istimewa Yogyakarta) pada tahun 2006 dengan skala gempa 5,9 Skala Richter. Bencana gempa tersebut berdasarkan data menelan korban jiwa sebesar kurang lebih 6.234 Jiwa dan menimbulkan banyaknya bangunan yang roboh. Banyaknya korban jiwa disebabkan berbagai faktor antara lain skala gempa yang tergolong besar yang termasuk pada *high hazards* dan faktor kerentanan (*vulnerability*) yaitu jumlah atau kepadatan penduduk dan bangunan yang tidak kuat menahan gempa.

Tabel 3

Perbandingan Skala Gempa dan Jumlah Korban Jiwa Bencana Gempa Bumi di Indonesia

Tahun	Lokasi	Skala Gempa	Korban Jiwa
2004	Aceh	9,3 SR	220.000
1976	Papua	7,1 SR	9.000
2006	DIY	5,9 SR	6.234
1899	Laut Banda /Ambon	7,8 SR	3.280
1992	Flores	7,5 SR	2.200



Gambar 27. Gempa yang Terjadi di Daerah Berisiko Padat Penduduk dan Bangunan Tidak Tahan Gempa (sumber : 27mei.blogspot.com)



Gambar 28. Kebakaran yang Terjadi di Pemukiman Dampak Gempa
(Sumber : telegraph.co.uk)



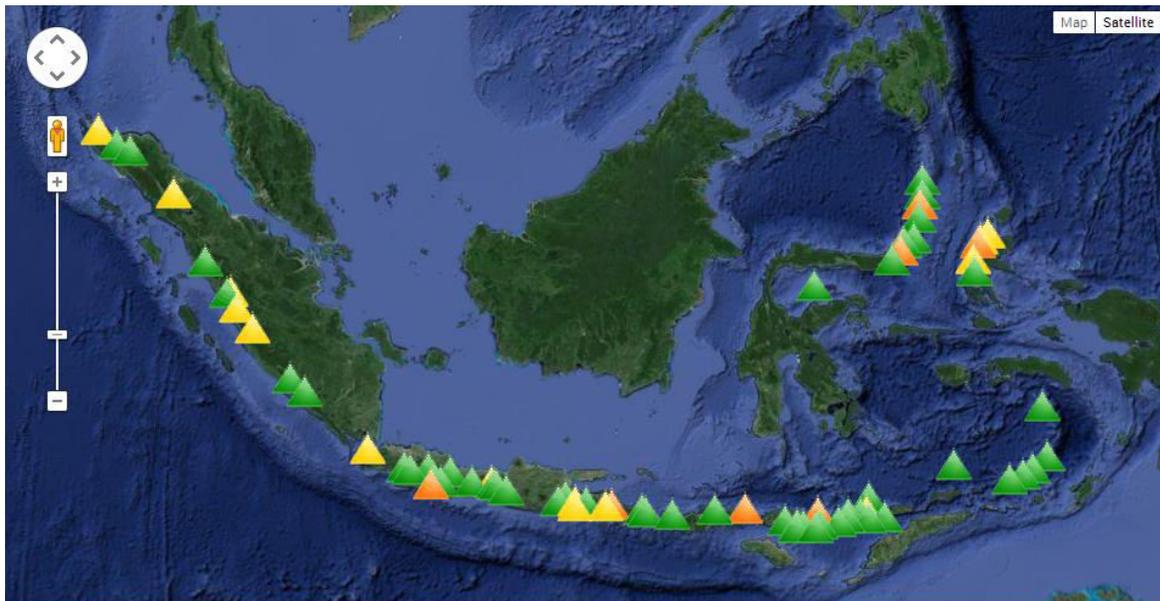
Gambar 29. Kerusakan Bangunan Industri Kimia Dampak Gempa Bumi
(Sumber : telegraph.co.uk)

Kombinasi antara ancaman terjadinya bencana gempa bumi (*hazards*) dan ditunjang dengan kerentanan masyarakat yang kurang siap dalam menghadapi bencana gempa bumi dan bangunan yang tidak disiapkan tahan gempa dapat berdampak pada kerusakan yang tinggi baik secara fisik, psikologis, sosial, budaya, ekonomi, spiritual/religius. Dengan demikian perlu adanya mitigasi bencana dalam pengurangan risiko bencana gempa bumi untuk meningkatkan kapasitas individu atau komunitas dalam menghadapi bencana gempa bumi.

PETA KEBENCANAAN

GEMPA BUMI DI INDONESIA

Indonesia merupakan daerah rawan bencana karena Indonesia dilingkupi oleh busur cincin api Pasifik (*Pacificring of fire*) yang ditunjukkan dengan adanya rangkaian pegunungan dari Sumatera, Jawa, Sulawesi, Nusa Tenggara Timur dan Maluku. Di Indonesia terdapat sebanyak kurang lebih 129 gunung berapi yang masih aktif dan jumlah gunung berapi yang ada di Indonesia sebanyak 14 persen dari total gunung berapi yang aktif yang ada di bumi. Apabila dibuat rangkaian jalur gunung berapi di Indonesia, panjangnya 7.000-7.500 kilometer dan lebar 50-200 kilometer (Supriyono, 2014).

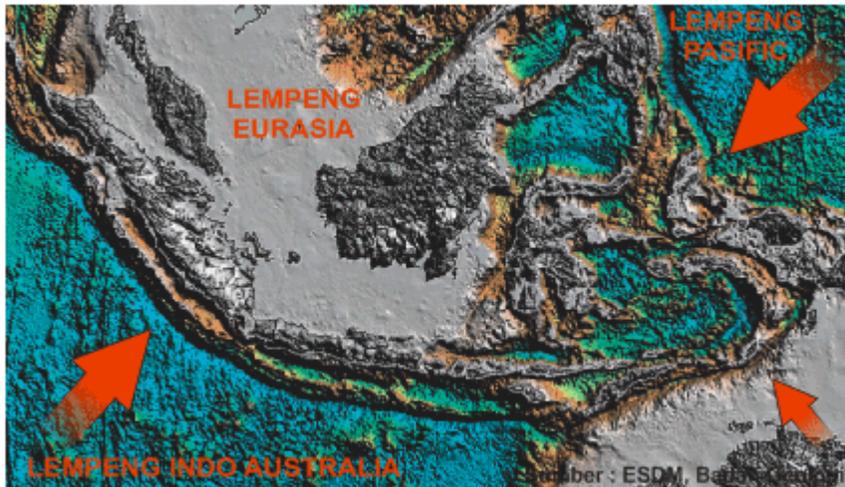


Gambar 30. Data sebaran gunung api di Indonesia

Sumber : Badan Geologi <http://www.vsi.esdm.go.id/index.php/gunungapi/tentang-gunungapi>

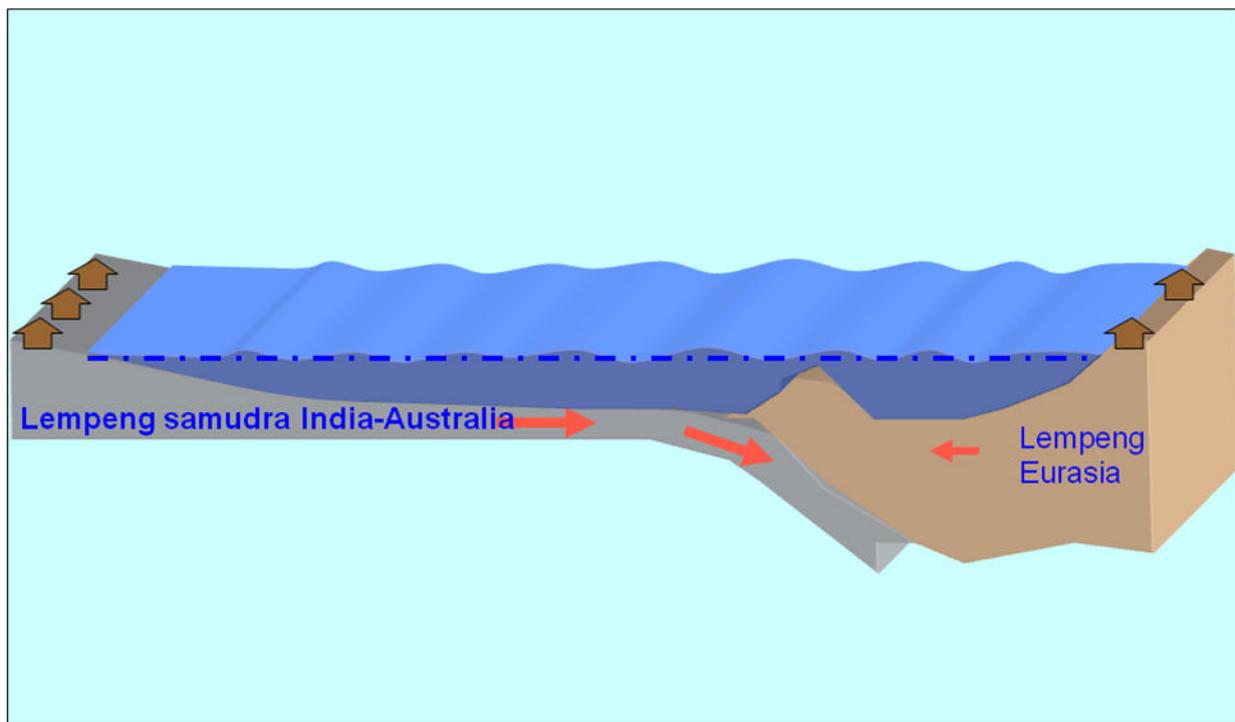
Indonesia juga berada di pertemuan tiga lempeng tektonik utama bumi yaitu Samudera India-Australia di sebelah selatan, Samudera Pasifik di sebelah Timur dan Eurasia. Pergerakan relatif ketiga lempeng tektonik dan dua lempeng lainnya, yakni laut Philipina dan Carolina

menyebabkan gempa bumi di daerah perbatasan pertemuan antar lempeng dan juga menimbulkan terjadinya sesar-sesar regional yang selanjutnya menjadi daerah pusat sumber gempa. Lempeng adalah bagian kulit bumi (dengan ketebalan antara 50-250 Km) yang masih dapat bergerak (Mahyuzar, 2010).



Gambar 31. Kondisi Tektonik Indonesia

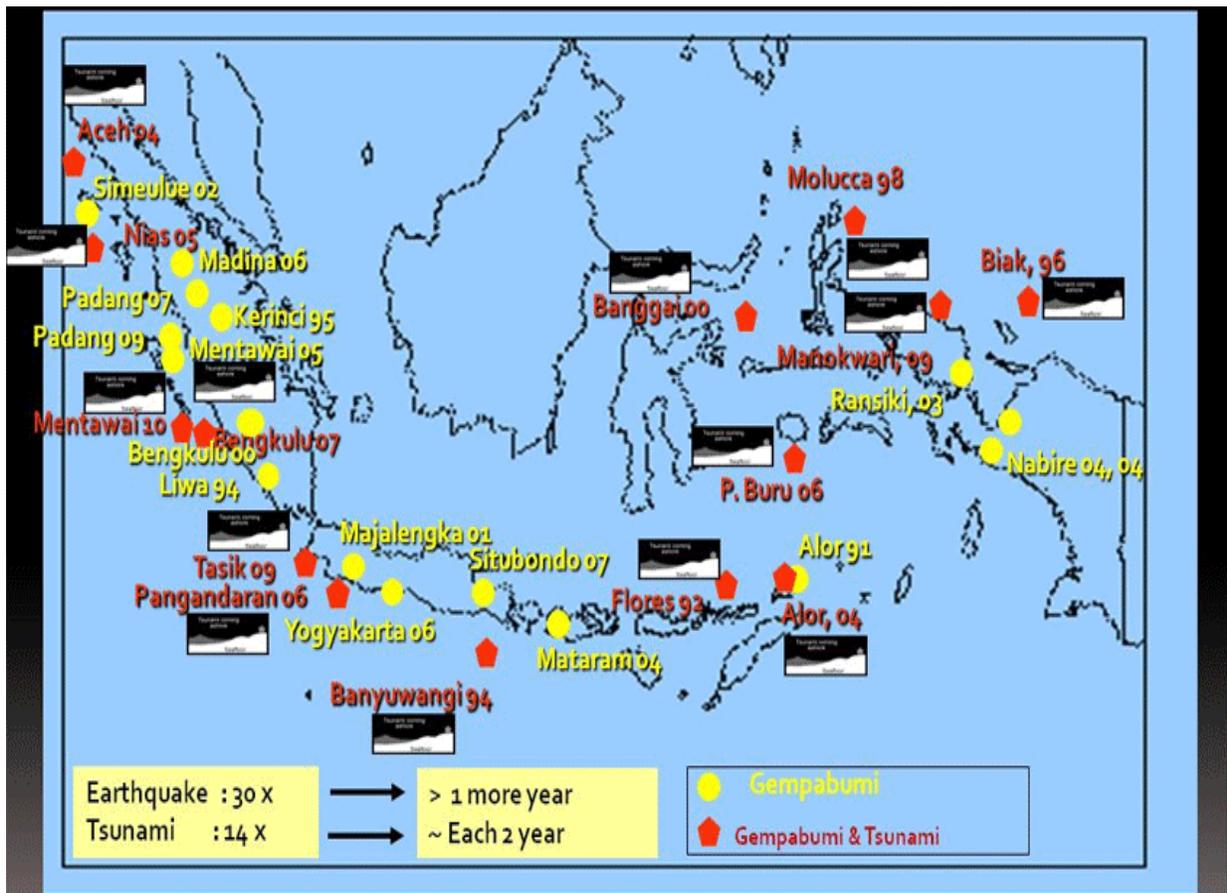
Sumber https://inatews.bmkg.go.id/new/about_inatews.php?urt=3



Gambar 32. Tumbukan Lempeng India-Australia dan Lempeng Eurasia

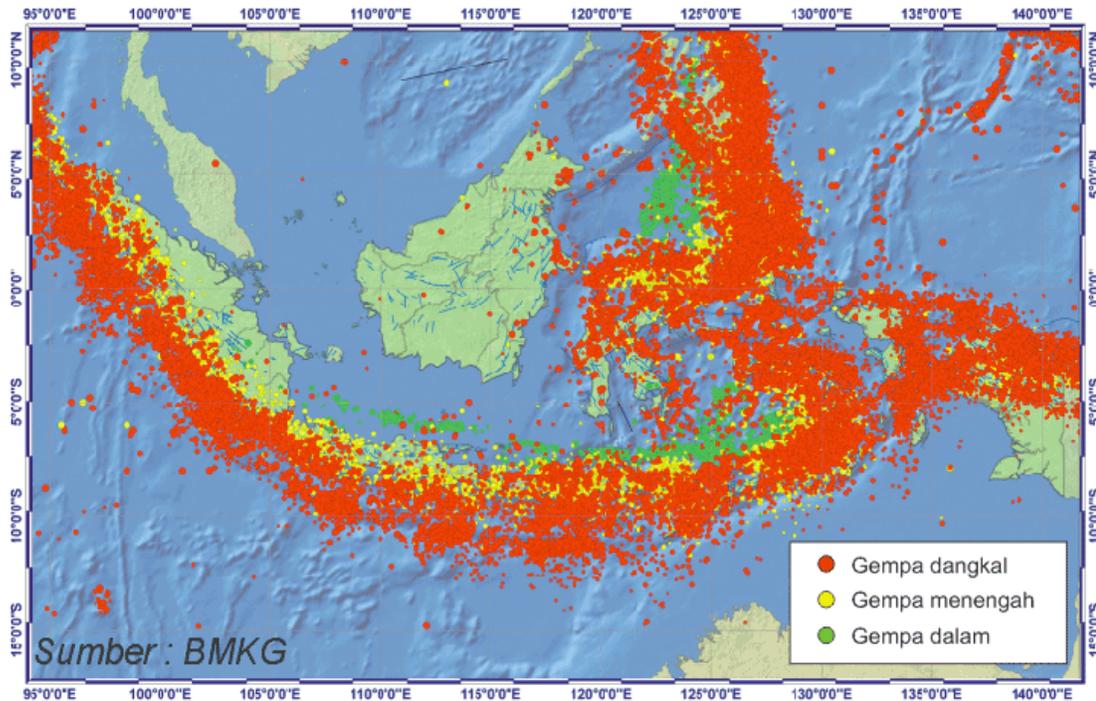
Sumber : Widodo, A (2004).

Dengan kondisi ini Indonesia mengalami kerawanan mengalami gempa bumi dan tsunami. Gempa bumi merupakan peristiwa getaran atau gerakan bergelombang pada kulit bumi. Tsunami adalah peristiwa datangnya gelombang laut yang tinggi dan besar di daerah tepi pantai setelah terjadi gempa bumi, letusan gunung, dan tanah longsor di dasar laut (Mahyuzar, 2010). Data Global Assesment Report on Disaster Risk Reduction (2009) menunjukkan Indonesia merupakan peringkat ketiga mengalami bencana gempa bumi dan peringkat pertama bencana tsunami.



Gambar 33. Peta Kejadian Gempa dan Tsunami di Indonesia

Sumber https://inatews.bmkg.go.id/new/about_inatews.php?urt=3



Gambar 34. Peta Kegempaan (Seismisitas) di Indonesia Periode 1973 – 2010

Sumber https://inatews.bmkg.go.id/new/about_inatews.php?urt=3

Mengacu pada peta wilayah gempa bumi yang disusun Kertapati, Soehaimi, Djuanda, Effendi, dan Putranto (2001) dalam situs Badan Geologi Indonesia, terdapat beberapa daerah rawan gempa bumi yang merusak sebagai berikut :

Tabel 4.

Daerah Rawan Gempa Bumi Merusak

Aceh	Bali-Lombok	Tarakan
Sumatera Utara	Flores-Sumbawa	Sulawesi Tengah
Sumatera Barat	Timor-Alor	Peleng
Bengkulu	Yamdena	Sulawesi Utara
Lampung	Aru	Sangir & Talaud
Jawa Barat	Ambon	Biak
Yogyakarta	Sulawesi Tenggara	Paniai & Nabire
Lasem	Sulawesi Selatan	Jayapura & Wamena (Jayawijaya)

Di Indonesia sedikitnya terdapat 28 daerah rawan gempa bumi yang merusak. Gempa bumi merusak dapat disebabkan gempa bumi dangkal dengan kedalaman kurang dari 60 km. Sejarah mencatat, gempa bumi merusak di Indonesia terjadi di Bengkulu, Kepulauan Mentawai, pesisir utara Bali, Ambon, selatan Wamena dan Maumere selama kurun waktu 100 tahun.

Gempa bumi merupakan bencana alam yang sulit untuk diantisipasi dan dihindari karena tidak ada tanda-tanda akan terjadinya gempa bumi. Berbeda dengan bencana alam banjir atau bencana gunung meletus. Bencana banjir dapat dikenali dengan meningkatnya permukaan air dan meluapnya air di aliran-aliran sungai sehingga masyarakat sekitar dapat mulai mengungsi untuk menghindari aliran air banjir. Gunung meletus mengalami peningkatan aktivitas vulkanik sebelum benar-benar mengalami erupsi. Namun gempa bumi tidak, gempa bumi dapat terjadi sewaktu-waktu dan mendadak.

Tipe kawasan rawan gempa bumi ditentukan berdasarkan tingkat risiko gempa yang didasarkan pada informasi geologi dan penilaian kestabilan. Berdasarkan hal tersebut, maka kawasan rawan gempa bumi dapat dibedakan menjadi enam tipe kawasan yang diuraikan sebagai berikut:

(<http://www.penataanruang.com/rawan-letusan-gunung-api-dan-gempa-bumi.html>. Bagian ini semua dikutip tanpa paraphrase dari dengan tujuan untuk menghindari kesalahan interpretasi karena keterbatasan pengetahuan penulis).

1. Tipe A

Kawasan ini berlokasi jauh dari daerah sesar yang rentan terhadap getaran gempa. Kawasan ini juga dicirikan dengan adanya kombinasi saling melemahkan dari faktor dominan yang berpotensi untuk merusak. Bila intensitas gempa tinggi (Modified Mercalli Intensity/MMI VIII) maka efek merusaknya diredam oleh sifat fisik batuan yang kompak dan kuat.

2. Tipe B

Faktor yang menyebabkan tingkat kerawanan bencana gempa pada tipe ini tidak disebabkan oleh satu faktor dominan, tetapi disebabkan oleh lebih dari satu faktor yang saling mempengaruhi, yaitu intensitas gempa tinggi (MMI VIII) dan sifat fisik batuan menengah. Kawasan ini cenderung mengalami kerusakan cukup parah terutama untuk bangunan dengan konstruksi sederhana.

3. Tipe C

Terdapat paling tidak dua faktor dominan yang menyebabkan kerawanan tinggi pada kawasan ini. Kombinasi yang ada antara lain adalah intensitas gempa tinggi dan sifat fisik batuan lemah; atau kombinasi dari sifat fisik batuan lemah dan berada dekat zona sesar

cukup merusak. Kawasan ini mengalami kerusakan cukup parah dan kerusakan bangunan dengan konstruksi beton terutama yang berada pada jalur sepanjang zona sesar.

4. Tipe D

Kerawanan gempa diakibatkan oleh akumulasi dua atau tiga faktor yang saling melemahkan. Sebagai contoh gempa pada kawasan dengan kemiringan lereng curam, intensitas gempa tinggi dan berada sepanjang zona sesar merusak; atau berada pada kawasan dimana sifat fisik batuan lemah, intensitas gempa tinggi, di beberapa tempat berada pada potensi landaan tsunami cukup merusak. Kawasan ini cenderung mengalami kerusakan parah untuk segala bangunan dan terutama yang berada pada jalur sepanjang zona sesar.

5. Tipe E

Kawasan ini merupakan jalur sesar yang dekat dengan episentrum yang dicerminkan dengan intensitas gempa yang tinggi, serta di beberapa tempat berada pada potensi landaan tsunami merusak. Sifat fisik batuan dan kelerengan lahan juga pada kondisi yang rentan terhadap guncangan gempa. Kawasan ini mempunyai kerusakan fatal pada saat gempa.

6. Tipe F

Kawasan ini berada pada kawasan landaan tsunami sangat merusak dan di sepanjang zona sesar sangat merusak, serta pada daerah dekat dengan episentrum dimana intensitas gempa tinggi. Kondisi ini diperparah dengan sifat fisik batuan lunak yang terletak pada kawasan morfologi curam sampai dengan sangat curam yang tidak kuat terhadap guncangan gempa. Kawasan ini mempunyai kerusakan fatal pada saat gempa.



Gambar 35. Peta Daerah Rawan Tsunami di Indonesia

Daerah rawan tsunami di Indonesia :

1. Sumatera : Sumatera Barat, Lampung, Aceh, Bengkulu
2. Jawa dan Bali : Jawa Barat, Cilacap, Yogyakarta, Trenggalek, Bali
3. Maluku : Ambon, Maluku, Takabu
4. Sulawesi : Sulawesi Utara, Majene
5. Papua : Papua Utara (Jayapura, Seruni, Biak, Sarmi)
6. Kalimantan : Tanah Laut dan Tanah Bambu (Kalimantan Selatan)

Dengan kondisi Indonesia yang terletak di lingkaran cincin api dan pertemuan tiga lempeng utama bumi, Indonesia rawan mengalami bencana gempa bumi. Dengan kondisi demikian, maka wajar apabila Indonesia menjadi negara dengan kerawanan bencana yang tinggi dari tinjauan komponen *hazards* untuk bencana geologi. Berikut beberapa catatan kejadian bencana alam gempa bumi yang terjadi di Indonesia (Yakkum Emergency Unit, 2010 ; Bahari, 2012 ; Supriyono, 2014, dokumentasi pribadi penulis) yang membuktikan bahwa Indonesia memiliki *high hazards*.

1. Gempa di Alor pada tanggal 12 November 2004, berkekuatan 6,0 SR.

2. Gempa di Nabire pada tanggal 26 November 2004 berkekuatan 6,4 SR.
3. Gempa bumi yang terjadi di Samudera Hindia yang dikenal dengan Gempa Bumi Sumatera Andaman berdampak tsunami Aceh pada tanggal 26 Desember 2004. Gempa bumi yang terjadi ini termasuk salah satu gempa bumi terbesar yang pernah terjadi dan dampak tsunami tidak hanya terjadi di Aceh Indonesia, tetapi juga di Thailand, India, Sri Lanka, Maladewa, dan Somalia. Dampak terparah dan korban jiwa terbanyak di Aceh yaitu sekitar 170.000 hingga 220.000 dari total korban jiwa di seluruh negara yang terkena tsunami sebanyak 280.000.
4. Gempa bumi di Samudera Hindia pada 26 Desember 2004 tidak hanya menyebabkan kerusakan dan korban jiwa di Aceh, tetapi juga di Pulau Nias. Tercatat 122 korban jiwa dan ribuan rumah penduduk rusak.
5. Gempa berkekuatan 7,9 SR di Nias pada tanggal 28 Maret 2005, menyebabkan lebih dari 800 korban jiwa, dan hingga tahun 2007 masih banyak penduduk Pulau Nias yang tinggal di barak-barak pengungsian.
6. Gempa di Yogyakarta pada tanggal 27 Mei 2006 berkekuatan 5,9 SR berpusat di Bantul, menyebabkan lebih dari 6.000 korban jiwa dan lebih dari 300.000 orang kehilangan tempat tinggal.
7. Gempa dan tsunami terjadi di Pangandaran pada tanggal 17 Juli 2006, gempa berpusat di selatan Pulau Jawa, menyebabkan 567 korban jiwa.
8. Gempa Bengkulu berkekuatan 8,4 SR bulan September 2007, menyebabkan 25 korban jiwa dan sekitar 180.000 rumah hancur.
9. Gempa bumi di Pulau Jawa pada tanggal 8 September 2007 dengan kekuatan 7,5 SR.
10. Gempa bumi berkekuatan 7,6 SR terjadi di Manokwari Papua Barat, menyebabkan korban jiwa 4 orang.
11. Gempa Sumatera Barat berkekuatan 7,9 SR pada tanggal 30 September 2009, gempa terjadi di lepas pantai Pulau Sumatera. Gempa bumi menyebabkan korban jiwa sebanyak 6.234, dan 1.688 korban luka-luka.
12. Gempa Tasikmalaya berkekuatan 7,2 SR tanggal 2 September 2009, menyebabkan 69 korban jiwa, 28 hilang, 370 luka parah, 1.098 luka ringan, dan ratusan rumah rusak.
13. Gempa bumi berkekuatan 4,7 SR terjadi di Kabupaten Paser, Kalimantan Timur yang kemudian disusul dengan gempa kedua berkekuatan 4,3 SR.

14. Gempa bumi berkekuatan 6,2 SR kemudian disusul gempa kembali dengan kekuatan 7,0 SR, dan gempa ketiga dengan kekuatan 6,6 SR terjadi di Biak Papua pada tanggal 16 Juni 2010 menyebabkan korban jiwa sebanyak 17 orang.
15. Gempa bumi dan tsunami di kepulauan Mentawai pada tanggal 25 Oktober 2010, menyebabkan 422 korban jiwa dan sekitar 15.000 orang mengungsi.
16. Gempa bumi di Cilacap pada tanggal 4 April 2011 berkekuatan 7.1 SR.
17. Gempa bumi di Tahuna Sulawesi Utara pada tanggal 12 Juni 2011.
18. Gempa bumi di Kendari Sulawesi Tenggara pada tanggal 11 Juli 2011.
19. Gempa bumi di Kalimantan Barat pada tanggal 23 Agustus 2011 dengan kekuatan 4,4 SR di Kabupaten Bengkayang dan kota Singkawang.
20. Gempa bumi di Palu Sulawesi Tengah pada tanggal 10 Desember 2011 dengan kekuatan 5,7 SR.
21. Gempa bumi di Kabupaten Parigi Moutong Sulawesi Tengah pada tanggal 20 Agustus 2012 dengan kekuatan 6,2 SR, menyebabkan 6 korban jiwa.
22. Gempa bumi Sulawesi Tengah dengan kekuatan 6,2 SR yang terjadi pada tanggal 18 Agustus 2012 menyebabkan 6 korban jiwa.
23. Gempa bumi di Aceh tanggal 2 Juli 2013 berkekuatan 6,1 SR. Jumlah korban jiwa 29 dan luka-luka sekitar 420 orang.
24. Gempa Kebumen pada tanggal 25 Januari 2014 dengan intensitas 6,5 SR.
25. Gempa bumi Halmahera pada tanggal 15 November 2014 dengan kekuatan 7,3 SR
26. Gempa bumi di Daerah Istimewa Yogyakarta pada tanggal 25 September 2015 berkekuatan 4,6 SR. Pusat gempa masih berada di sesar Opak yang merupakan lokasi terjadinya gempa pada tahun 2006. Pasca gempa tahun 2006 di sesar Opak masih terjadi beberapa kali gempa diantaranya pada 24 Maret 2008 (3,4 SR), 21 Agustus 2010 (5 SR), 29 Oktober 2010 (4 SR).
27. Gempa bumi Sorong 6,8 SR pada tanggal 24 September 2015.
28. Gempa bumi Maluku Tenggara Barat, terjadi pada tanggal 22 April 2016 dengan intensitas 5,1 SR.
29. Gempa bumi dengan kekuatan 6,5 SR di Padang pada tanggal 2 Juni 2016.
30. Gempa bumi di Cilacap dengan kekuatan 4,7 SR tanggal 15 November 2016.
31. Gempa bumi Aceh pada tanggal 7 Desember 2016 dengan intensitas 6,4 SR.

32. Gempa bumi di Gunung Sitoli tanggal 6 Januari 2017 dengan kekuatan 5,4 SR.
33. Gempa bumi di Padang 9 Januari 2017 dengan kekuatan 5,5 SR.
34. Gempa bumi Aceh pada tanggal 13 Januari 2017 dengan intensitas 5,4 SR.
35. Gempa bumi di Karo dengan kekuatan 3,9 SR tanggal 30 Januari 2017.
36. Gempa bumi dengan intensitas 7,3 SR di Kepulauan Sangehe Sulawesi Utara pada bulan Januari 2017
37. Gempa bumi Sumatera Utara 16 Januari 2017 dengan intensitas gempa 3,9 SR
38. Gempa bumi di Mamuju Tengah Sulawesi Barat tanggal 17 Januari 2017 dengan kekuatan gempa 4,9 SR.
39. Gempa bumi di Barat Daya Deli Serdang pada tanggal 10 Februari 2017 dengan kekuatan 4,3 SR dan disusul gempa kembali pada 15 Februari 2017 dengan kekuatan 2,8 SR.
40. Gempa bumi di Laut Lasusua Sulawesi Tenggara 4,1 SR tanggal 20 Mei 2017.
41. Gempa bumi di Poso pada 29 Mei 2017 dengan kekuatan 6,6 SR.
42. Gempa bumi di Sukabumi dengan intensitas gempa 6,3 SR pada 12 Juni 2017.
43. Gempa bumi di Padang Sidempuan 14 Juli 2017 dengan kekuatan 5,5 SR.
44. Gempa bumi di Sorong 30 Juli 2017 dengan kekuatan 4,4 SR.
45. Gempa bumi di Bengkulu dengan kekuatan 6,6 SR tanggal 13 Agustus 2017.
46. Gempa bumi 5,2 SR pada bulan September 2017 di sebelah Barat Laut Bangkalan
47. Gempa bumi 6,2 SR di Ambon pada tanggal 31 Oktober 2017
48. Gempa bumi Tasikmalaya, 15 Desember 2017 dengan intensitas 7,3 SR
49. Gempa bumi di Banten pada tanggal 23 Januari 2018 dengan intensitas 6,4 SR
50. Gempa bumi di Sorong tanggal 30 Januari 2018 dengan kekuatan 3,8 SR.
51. Gempa bumi di Pacitan dengan kekuatan 5,0 SR tanggal 18 Februari 2018.
52. Gempa bumi di Tapanuli Utara tanggal 24 Februari 2018 dengan kekuatan 5,3 SR.
53. Gempa bumi di Padang Sidempuan tanggal 1 Maret 2018 dengan kekuatan 5,7 SR.
54. Gempa bumi di Aceh Tenggara tanggal 2 Maret 2018 dengan kekuatan 4,4 SR.

Jumlah bencana gempa bumi yang banyak, angka dari data kejadian bencana yang menunjukkan Indonesia sangat sering mengalami bencana alam. Beberapa kejadian bencana alam yang telah diuraikan belum termasuk semuanya karena masih banyak kejadian bencana alam lainnya di Indonesia. Menurut catatan kejadian bencana alam di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya, baik itu bencana geologi dan hidrometeorologi yaitu gunung

meletus, gempa bumi, tsunami, banjir, dan tanah longsor. Dengan bencana alam yang telah berulang kali terjadi menimpa daerah di Indonesia, maka Indonesia berdasarkan komponen *hazards* memiliki tingkat *hazards* yang tinggi. Sehingga resiko mengalami dampak negatif dari bencana alam yang terjadi tergolong tinggi. Hal ini dibuktikan dengan data *disaster risk profile* (United Nations, 2009) yang menunjukkan Indonesia termasuk negara yang sering kali dilanda bencana alam dan menempati peringkat keduabelas negara dengan korban kematian akibat bencana alam. Data bencana alam yang terjadi di Indonesia hampir setiap tahun, dan semua bencana alam mengakibatkan dampak korban jiwa ataupun kerusakan tempat tinggal ataupun hunian, ternak, area persawahan, area perkebunan, dan sumber daya alam ataupun non alam yang menjadi sumber kehidupan penduduk. Bencana alam yang terjadi juga menyebabkan terganggunya kehidupan perekonomian, masalah psikologi, dan sosial individu serta masyarakat. Perbaikan dampak bencana alam, baik fisik, ekonomi, spriritual, dan psikologis memerlukan waktu, biaya, dan sumber daya yang tidak sedikit.

Berdasarkan analisis komponen resiko, hal ini selain disebabkan *high hazards* juga didukung dengan *high vulnerability*, yang menunjukkan rendahnya kemampuan manajemen bencana Indonesia. Indonesia belum siap menghadapi bencana, baik itu mitigasi struktural dan non struktural yang masih lemah. Daerah-daerah yang memiliki ancaman mengalami bencana alam tinggi masih tergolong kurang dalam aplikasi sistem peringatan dini, kewaspadaan terhadap resiko bencana alam, dan lemahnya manajemen bencana karena kurangnya sumber daya dan kecakapan pemerintah daerah yang masih bergantung kepada pemerintah pusat.

Hazards yang tinggi, perlu diikuti dengan penurunan *vulnerability* dengan cara adanya standar yang baik dalam penanganan bencana alam. Manajemen bencana perlu disiapkan sedini mungkin menghadapi potensi bencana yang sangat tinggi untuk menekan tingkat resiko bencana alam. Salah satu bentuk manajemen bencana adalah adanya pendidikan bencana yang mulai dilakukan. Misalnya melalui penyuluhan, penyiapan kader siaga bencana, dan simulasi bencana. Pengenalan gempa bumi juga dapat dilakukan melalui penggunaan teknologi yaitu penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (SIG) salah satunya melalui program The3D Earthquake yang akan dibahas dalam buku ini.

Pendidikan kebencanaan mencakup banyak aspek yang penting seputar kebencanaan. Misalnya pengenalan tentang potensi bencana yang ada di sekitar, histori bencana yang pernah terjadi, bentuk antisipasi, meningkatkan kesadaran tanda-tanda bencana, dampak bencana bagi

individu, keluarga, dan komunitas, cara penanganan dalam kondisi bencana, serta bagaimana cara menyelamatkan diri dari bencana. Bencana dapat terjadi sewaktu-waktu tanpa bisa diprediksi sebelumnya, baik itu bencana alam ataupun sosial. Melalui pendidikan bencana, tidak berarti risiko dampak bencana dapat ditekan sehingga sama sekali tidak menimbulkan dampak. Tujuan dan harapan yang ingin dicapai melalui pendidikan bencana adalah mencapai minimal resiko dampak bencana.

Di Indonesia pendidikan kebencanaan sudah mulai dicanangkan sebagai wujud adanya kesadaran tentang pentingnya pendidikan kebencanaan dalam mempersiapkan dan merespon bencana alam yang berpotensi besar terjadi di Indonesia. Pendidikan bencana terdapat di dalam kurikulum tahun 2013 yang bentuknya diintegrasikan dalam berbagai bidang mata pelajaran. Bentuk secara konkret terdapat dalam materi pelajaran pendidikan lingkungan. Dalam materi tersebut ditekankan tentang pentingnya kesadaran akan pelestarian lingkungan dan potensi lingkungan yang dapat menyebabkan bencana alam misalnya banjir, tanah longsor, kekeringan ataupun kebakaran hutan. Mengingat Indonesia juga sering mengalami bencana dalam bentuk kekeringan dan kebakaran hutan. Pendidikan meliputi pencegahan dan cara penanganan disertai pembahasan kasus-kasus bencana secara nyata yang pernah terjadi di Indonesia.

Penerapan program sekolah aman juga merupakan bagian dari pendidikan bencana sebagai bentuk mitigasi bencana. Program yang dicanangkan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan didasarkan pada Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Nomor 4 Tahun 2012 tentang Pedoman Penerapan Sekolah/Madrasah Aman dari Bencana. Program percontohan sekolah aman bencana diterapkan di lima provinsi di Indonesia, antara lain Sumatera Barat (Padang dan Padang Pariaman), Jawa Barat (kota Bandung dan Kabupaten Bandung), Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, dan Jawa Tengah yang meliputi Rembang dan Grobogan.

Terdapat juga program sekolah siaga bencana, yang tujuan utamanya adalah membangun kesadaran dan kesiapsiagaan seluruh unsur sekolah baik secara individu dan kolektif terhadap bencana yang meliputi sebelum, saat, dan setelah bencana terjadi. Melalui program ini juga diharapkan terjadinya jejaring untuk persiapan menghadapi bencana dan pasca bencana yang melibatkan sekolah. Hal ini tidak mengherankan karena berdasarkan pengalaman sekolah biasanya menjadi salah satu tempat pengungsian yang dirasa aman. Selain itu program sekolah siaga bencana menjadi salah satu program yang menjadi sarana untuk menyebarluaskan

pendidikan bencana atau pengetahuan mengenai bencana ke masyarakat luas melalui pendidikan. Program sekolah siaga bencana memerlukan kerjasama dari berbagai pihak sekolah programnya tetap dapat berkelanjutan dan tidak hanya bersifat incidental terutama ketika terjadi bencana. Sosialisasi dan berbagai bentuk lokakarya ataupun pelatihan perlu dilakukan secara berkelanjutan untuk menciptakan atmosfer kesiapsiagaan dan kesadaran akan bencana alam yang sewaktu-waktu dapat terjadi.

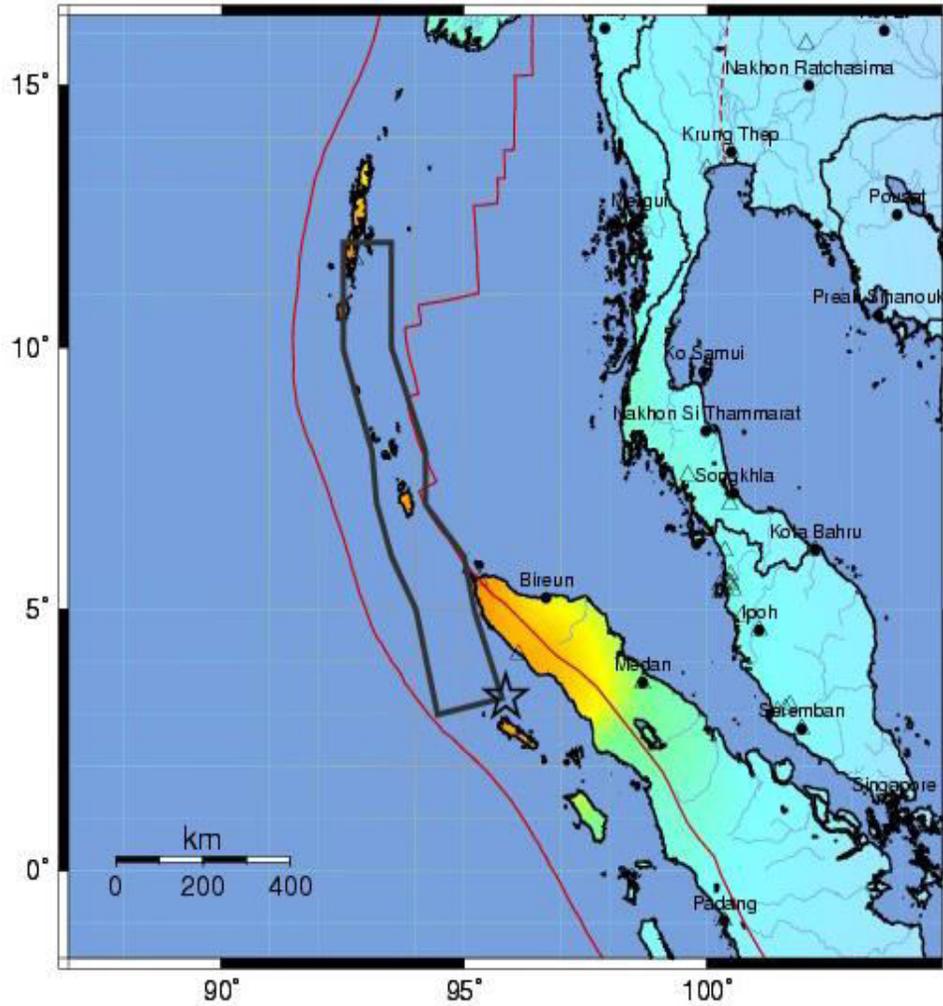
Bagi masyarakat yang sering mengalami bencana, melalui bencana itu secara langsung mendapatkan manfaat yaitu pembelejaran tentang bencana itu sendiri. Di masa depan apabila mengalami bencana serupa akan dapat menerapkan pengalaman pembelajaran sebelumnya. Bagi masyarakat yang belum pernah terkena bencana, melalui pembelajaran mengenai bencana, menjadi lebih tahu harus melakukan apa secara cepat, tanggap darurat. Terlebih apabila pernah melakukan simulasi bencana secara sungguh-sungguh, sehingga meskipun situasi simulasi dan senyatanya jelas berbeda, namun ada keyakinan diri mampu karena sudah mendapatkan pembekalan yang berguna. Selama ini simulasi bencana telah dilakukan organisasi-organisasi kemanusiaan, pemerintah melalui Badan Nasional Penanganan Bencana, tim relawan ataupun lembaga-lembaga lain yang memiliki concern terkait kebencanaan. Namun belum mencakup sebagian besar masyarakat Indonesia, sehingga masih ada yang belum dapat memanfaatkan pendidikan kebencanaan tersebut. Di sisi lain, masih ada masyarakat kita yang belum merasa membutuhkan tentang pendidikan kebencanaan sehingga ketika terdapat kesempatan mengikuti pembelajaran kebencanaan namun tidak memanfaatkan kesempatan tersebut.

Antisipasi dan penanganan bencana menjadi tanggungjawab kita bersama, bukan hanya tanggungjawab pemerintah, lembaga kemanusiaan, badan penanganan bencana, relawan, dan profesional. Peningkatan tanggungjawab, partisipasi, kemampuan antisipasi dan penanganan bencana dapat dicapai salah satunya melalui pendidikan kebencanaan. Kita dapat belajar dan berkaca pada masyarakat India, China, Taiwan, atau Jepang yang memiliki resiko tinggi kerawanan bencana dan mau belajar tentang kebencanaan sehingga tetap dapat hidup harmonis dengan bencana yang terjadi.

Berikut merupakan salah satu contoh pembelajaran bencana dengan mengacu histori bencana gempa bumi yang pernah terjadi di Indonesia dengan menggunakan data identifikasi program The Earthquake 3D.

Gempa Aceh 2004

USGS ShakeMap : 154 miles SSE of Banda Aceh, Sumatera, Indonesia
 Sun Dec 26, 2004 12:58:53 AM GMT M 9.0 N3.32 E95.85 Depth: 30.0km ID:slav



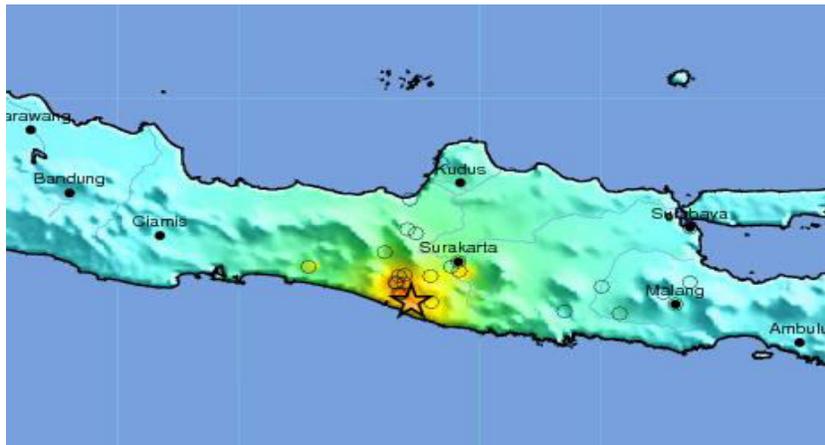
PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<.17	.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL.(cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-16	16-31	31-60	60-116	>116
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

This is the third largest earthquake in the world since 1900 and is the largest since the 1964 Prince William Sound, Alaska earthquake. In total, 227,898 people were killed or were missing and presumed dead and about 1.7 million people were displaced by the earthquake and subsequent tsunami in 14 countries in South Asia and East Africa. (In January 2005, the death toll was 286,000. In April 2005, Indonesia reduced its estimate for the number missing by over 50,000.) The earthquake was felt (IX) at Banda Aceh, (VIII) at Meulaboh and (IV) at Medan, Sumatra and (III-V) in parts of Bangladesh, India, Malaysia, Maldives, Myanmar, Singapore, Sri Lanka and Thailand. The tsunami caused more casualties than any other in recorded history and was recorded nearly world-wide on tide gauges in the Indian, Pacific and Atlantic Oceans. Seiches were observed in India and the United States. Subsidence and landslides were observed in Sumatra. A mud volcano near Baratang, Andaman Islands became active on December 28 and gas emissions were reported in Arakan, Myanmar.

The devastating megathrust earthquake of December 26th, 2004 occurred on the interface of the India and Burma plates and was caused by the release of stresses that develop as the India plate subducts beneath the overriding Burma plate. The India plate begins its descent into the mantle at the Sunda trench which lies to the west of the earthquake's epicenter. The trench is the surface expression of the plate interface between the Australia and India plates, situated to the southwest of the trench, and the Burma and Sunda plates, situated to the northeast.

Sumber : <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2004/us2004slav/#summary>

Gempa Daerah Istimewa Yogyakarta 2006



PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE Resistant Structures	none	none	none	V. Light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	V. Heavy
POTENTIAL DAMAGE Vulnerable Structures	none	none	none	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	V. Heavy	V. Heavy
PEAK ACC.(%g)	<0.17	0.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL.(cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-16	16-31	31-60	60-116	>116
ESTIMATED INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

The following is a release by the United States Geological Survey, National Earthquake Information Center: A strong earthquake occurred IN JAVA, INDONESIA about 25 km (15 miles) SSW of Yogyakarta or about 440 km (275 miles) ESE of JAKARTA at 4:54 PM MDT, May 26, 2006 (May 27 at 5:54 AM local time in Java, Indonesia). The magnitude and location may be revised when additional data and further analysis results are available.

At least 5,749 people were killed, 38,568 were injured and as many as 600,000 people were displaced in the Bantul-Yogyakarta area. More than 127,000 houses were destroyed and an additional 451,000 were damaged in the area, with the total loss estimated at approximately 3.1 billion US dollars. Felt (IX) at Bantul and Klaten, (VIII) at Sleman and Yogyakarta, (V) at Surakarta, (IV) at Salatiga and Blitar and (II) at Surabaya. Felt in much of Java. Also felt at Denpasar, Bali.

The tectonics of Java are dominated by the subduction of the Australia plate north-northeastward beneath the Sunda plate with a relative velocity of about 6 cm/year. The Australia plate dips north-northeastward from the Java trench, attaining depths of 100-200 km beneath the island of Java, and depths of 600 km north of the island. The earthquake of 26 May 2006 occurred at shallow depth in the overriding Sunda plate well above the dipping Australia plate.

From presently available data, we do not know if there is a direct link between the May 26 earthquake and the ongoing eruption of the volcano Merapi which is several tens of kilometers to the north. The occurrence of shallow-focus earthquakes near volcanoes is not unusual worldwide. Sometimes the association of earthquakes and volcanic eruptions is so close in space and time that it is clear that the earthquakes are triggered by the magmatic processes that are causing the eruption. In the cases of many earthquakes that occur in the general vicinity of volcanoes, however, there are not obvious links to volcanic eruptions. In these cases, the general spatial association of volcanoes and earthquakes is probably due to both seismic and magmatic phenomena being localized by a broader tectonic process.

Sumber : <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2006/usneb6/#summary>

Fakta Gempa Daerah Istimewa Yogyakarta

Tahun	Lokasi	Skala Gempa	Korban Jiwa
2004	Aceh	9,3 SR	220.000
1976	Papua	7,1 SR	9.000
2006	DIY	5,9 SR	6.234
1899	Laut Banda /Ambon	7,8 SR	3.280
1992	Flores	7,5 SR	2.200

Mengacu pada fakta gempa Daerah Istimewa Yogyakarta, gempa yang terjadi pada tahun 2006 tersebut memiliki skala gempa 5,9 SR tetapi menimbulkan kerusakan hebat dan menimbulkan korban jiwa sebesar sekitar 6.234 jiwa.

Gempa Padang

Kota Padang termasuk salah satu kota di Sumatera Barat yang memiliki hazards tinggi mengalami bencana gempa bumi. Telah terjadi beberapa gempa yang melanda kota Padang antara lain tahun 2007, 2009, 2010, 2015, dan 2016. Provinsi Sumatera Barat berada di antara pertemuan dua lempeng benua besar (lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia) dan patahan

(besar) Semangko. Di dekat pertemuan lempeng terdapat patahan Mentawai. Ketiganya merupakan daerah seismik aktif. Menurut catatan ahli gempa wilayah Sumatera Barat memiliki siklus 200 tahunan gempa besar yang pada awal abad ke-21 telah memasuki masa berulangnya siklus.

(Sumber : https://id.wikipedia.org/wiki/Gempa_bumi_Sumatera_Barat_2009)

Gempa Padang 2007

The following is a release by the United States Geological Survey, National Earthquake Information Center: An earthquake occurred 130 km (80 miles) SW of Bengkulu, Sumatra, Indonesia and 625 km (390 miles) WNW of JAKARTA, Java, Indonesia at 5:10 AM MDT, Sep 12, 2007 (6:10 PM local time in Indonesia). The magnitude and location may be revised when additional data and further analysis results are available. Earthquakes of this type sometimes cause tsunamis, however the USGS has no information that an actual tsunami has been generated.

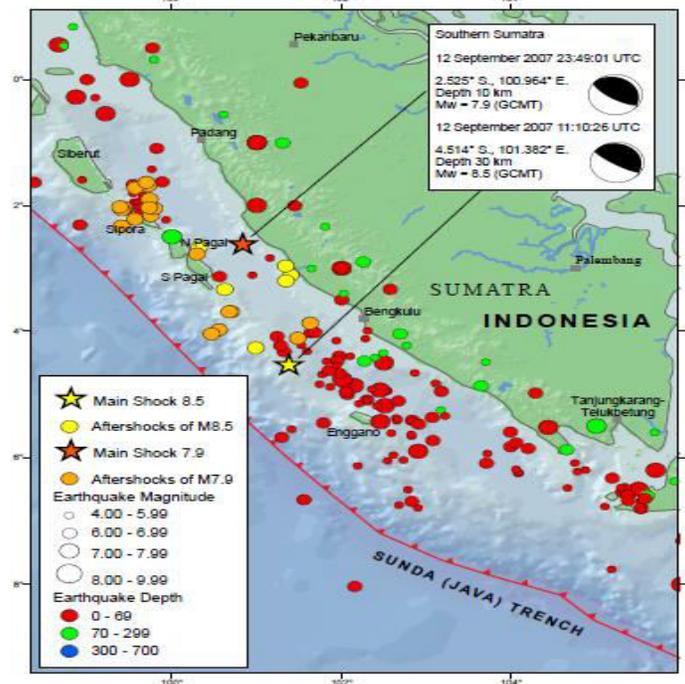
At least 25 people killed, 161 injured, 52,522 buildings damaged or destroyed and roads damaged in Bengkulu and Sumatera Barat. A tsunami with a wave height of 90 cm was measured at Padang. Power and telephone outages occurred. Felt by people in high-rise buildings at Jakarta and in Malaysia, Singapore and Thailand.

The magnitude 8.4 and 7.8 southern Sumatra earthquakes of September 12, 2007 occurred as the result of thrust faulting on the boundary between the Australia and Sunda plates. At the location of these earthquakes, the Australia plate moves northeast with respect to the Sunda plate at a velocity of about 60 mm/year. The direction of relative plate motion is oblique to the orientation of the plate boundary offshore of the west coast of Sumatra. The component of plate-motion perpendicular to the boundary is accommodated by thrust faulting on the offshore plate-boundary. Much of the component of plate motion parallel to the plate boundary is accommodated by strike-slip faulting on the Sumatra fault, which is inland on Sumatra proper.

The magnitude 8.4 earthquake of September 12, 2007 is the fourth earthquake of magnitude greater than 7.9 to have occurred in the past decade on or near the plate boundaries offshore of western Sumatra. This earthquake occurred just north of the source region of the magnitude 7.9 earthquake on June 4, 2000. The September 12, 2007 magnitude 7.8 earthquake occurred about 225 km northwest of the magnitude 8.4 earthquake at the northern end of the aftershock zone. These two earthquakes and their aftershocks overlay the southern portion of the estimated 1833 rupture zone, which extends from approximately Eggano Island to the northern portion of Siberut Island. The great magnitude 9.1 earthquake of December 26, 2004, which produced the devastating Indian Ocean tsunami of that date, ruptured much of the boundary separating the India plate and the Burma plate. Immediately to the south of the great 2004 earthquake, the magnitude 8.6 Nias Island earthquake of March 28, 2005, ruptured a segment of the plate boundary separating the Australia and Sunda plates. Since the December 26, 2004 earthquake, much of the Sunda trench between the northern Andaman Islands to Eggano Island, a distance of more than 2,000 km, has ruptured in a series of large subduction zone earthquakes.

Sumber : <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2007/us2007hear/#summary>

USGS
M8.5 and 7.9 Southern Sumatra Earthquakes of 12 September 2007



Gempa Padang 2009

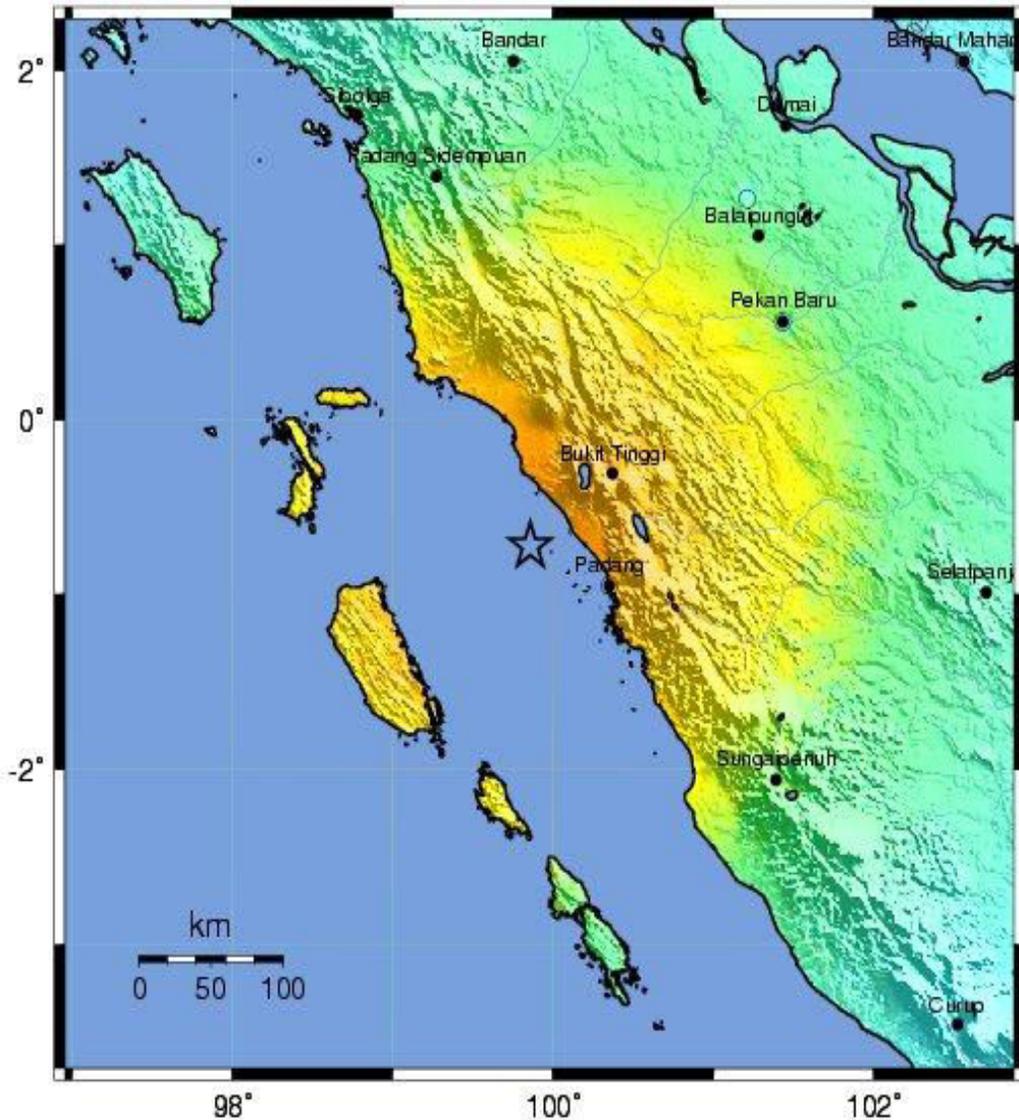
At least 1100 people were killed, 2181 were injured and thousands are still unaccounted for in the Padang area. More than 2650 buildings have been damaged in the area and landslides have disrupted power and communications. Felt (VII) at Padang. Widely felt throughout Sumatra and Java, Indonesia, Malaysia, Singapore and Thailand. A small local tsunami with wave heights of 27 centimeters (amplitude measured relative to normal sea level) was generated.

The southern Sumatra earthquake of September 30, 2009 occurred as a result of oblique-thrust faulting near the subduction interface plate boundary between the Australian and Sunda plates. At the location of this earthquake, the Australian Plate moves north-northeast with respect to the Sunda plate at a velocity of approximately 60 mm/yr. On the basis of the currently available fault mechanism information and earthquake depth of 80 km, it is likely that this earthquake occurred within the subducting Australian Plate rather than on the plate interface itself. The recent earthquake was deeper than typical subduction thrust earthquakes that generally occur at depths less than 50 km. The subduction zone surrounding the immediate region of this event has not witnessed a megathrust earthquake in the recent past, rupturing last in an earthquake of M 8.5 or larger in 1797. Approximately 350 km to the south, a 250 km section of the plate boundary slipped during an Mw 8.4 earthquake in September 2007, while approximately 300 km to the north, a 350 km section slipped during the Mw 8.7 earthquake of March 2005. In early 2008, the plate boundary updip of today's earthquake was active in a sequence of Mw 5-6 earthquakes. It is not clear how today's earthquake is related to the sequence of megathrust subduction zone events on the shallower section of the plate boundary.

Sumber : <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2009/us2009mebz/#summary>

USGS ShakeMap : SOUTHERN SUMATRA, INDONESIA

Wed Sep 30, 2009 10:16:09 GMT M 7.6 S0.73 E99.86 Depth: 81.0km ID:2009mebz

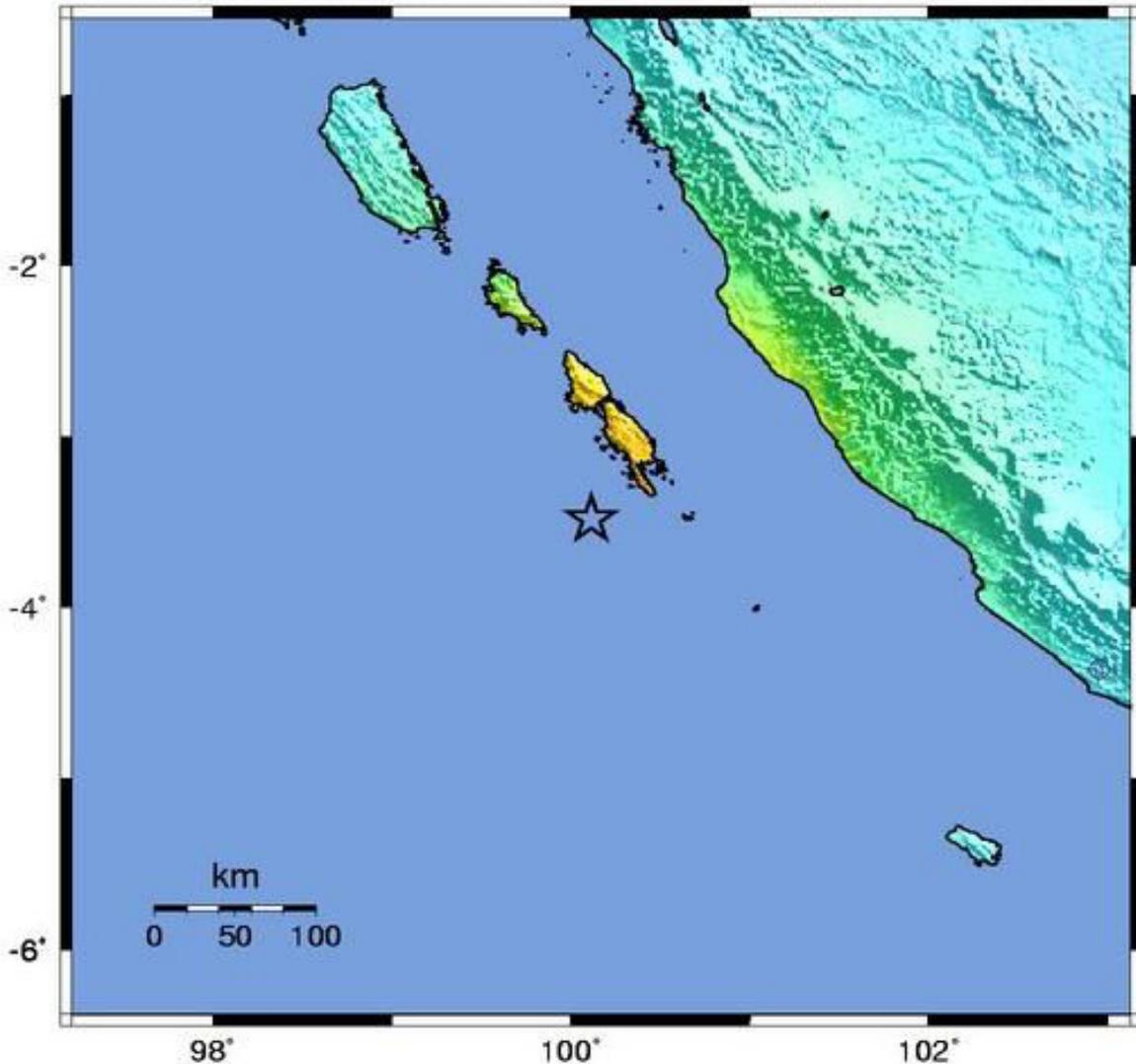


Map Version 7 Processed Fri Oct 2, 2009 01:14:40 AM MDT – NOT REVIEWED BY HUMAN

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<.17	.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL.(cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-16	16-31	31-60	60-116	>116
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Gempa Padang 2010

USGS ShakeMap : KEPULAUAN MENTAWAI REGION, INDONESIA
 Mon Oct 25, 2010 14:42:22 GMT M 7.7 S3.48 E100.11 Depth: 20.6km ID:a00043nx



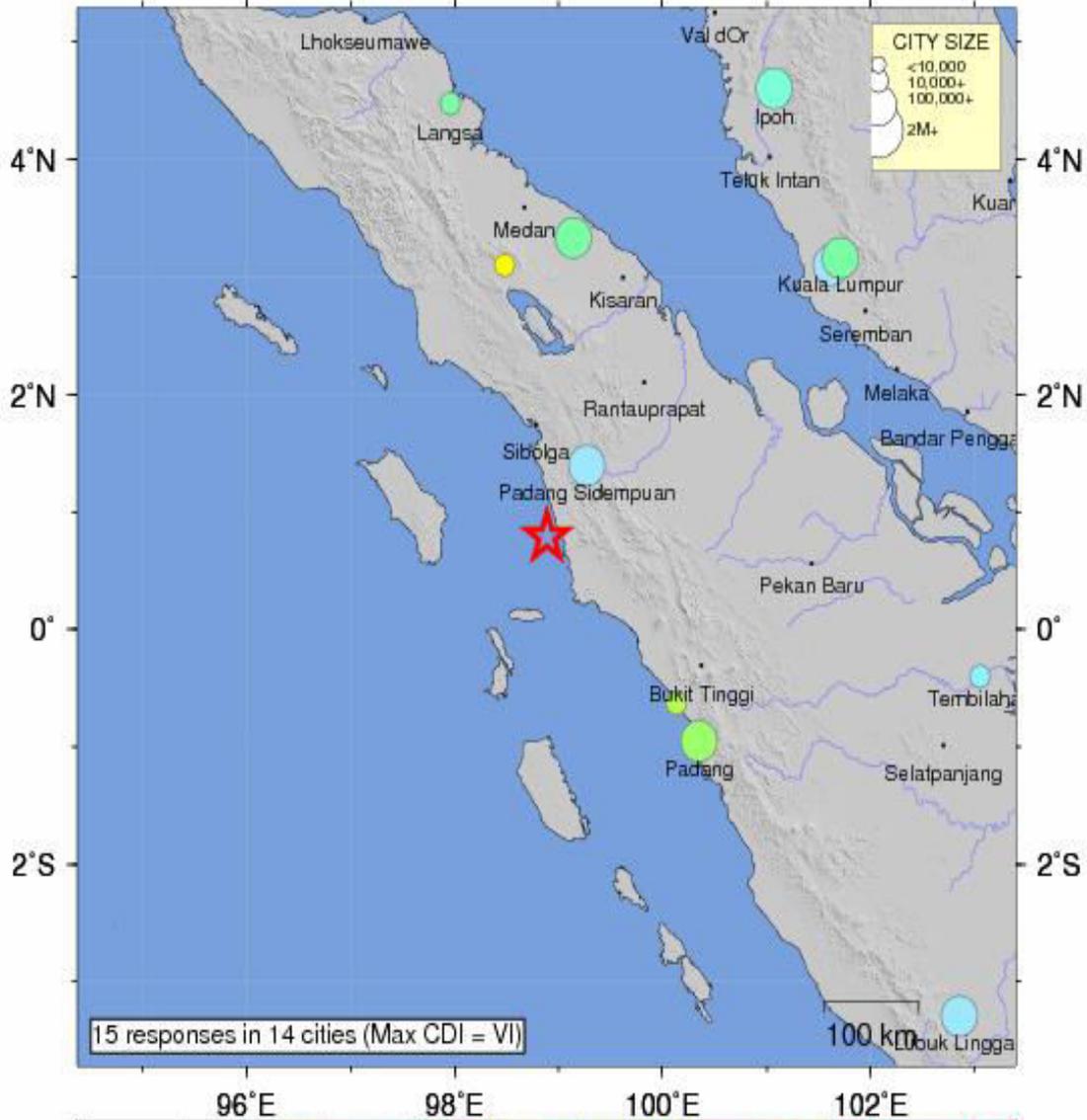
Map Version 6 Processed Tue Oct 26, 2010 09:29:32 AM MDT – NOT REVIEWED BY HUMAN

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<0.17	.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL.(cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-16	16-31	31-60	60-116	>116
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Gempa Padang 2015

USGS Community Internet Intensity Map NIAS REGION, INDONESIA

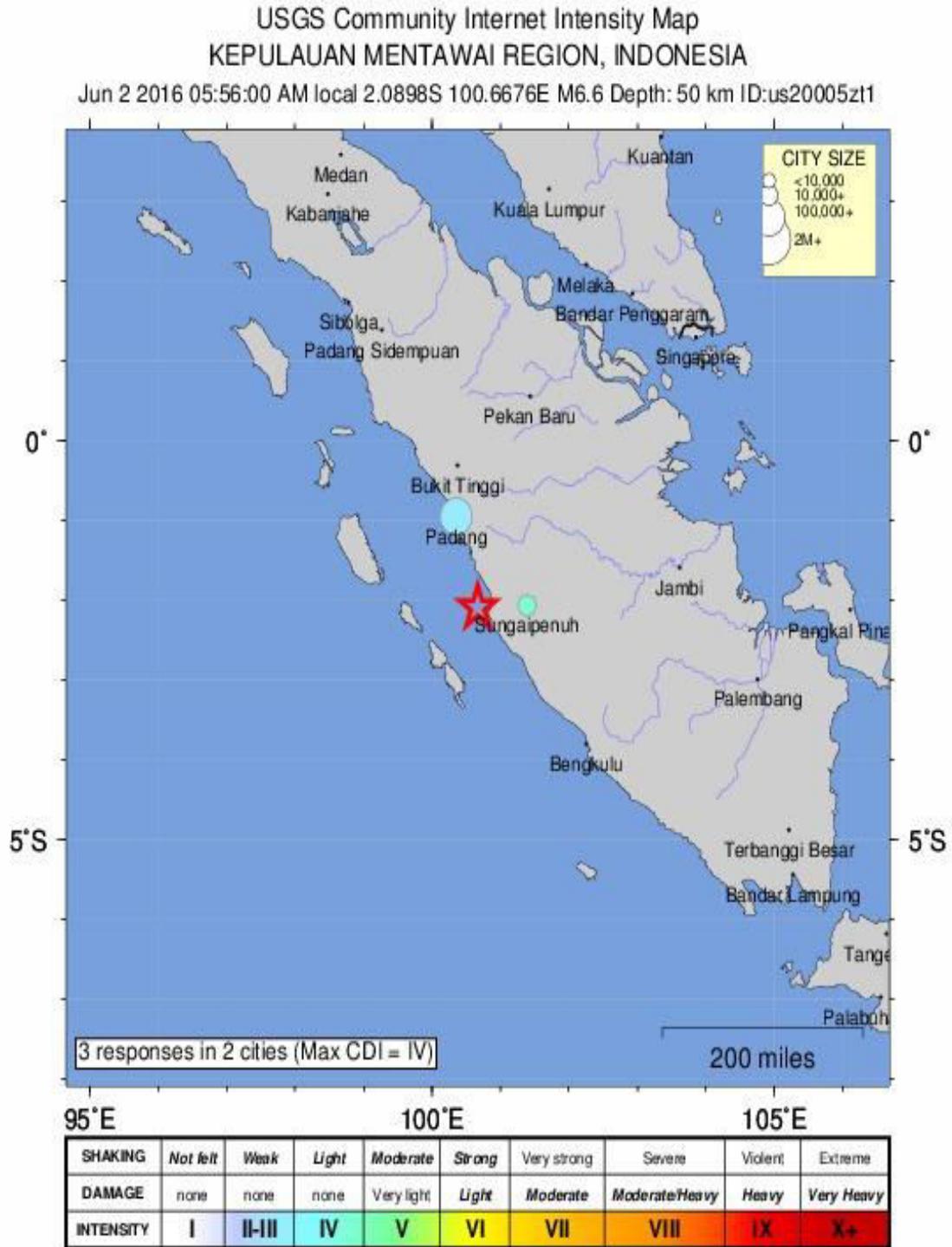
Nov 8 2015 04:34:57 PM local 0.7865N 98.8899E M5.7 Depth: 69 km ID:us10003vph



INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+
SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	V. Heavy

Processed: Sun Nov 22 11:06:30 2015

Gempa Padang 2016 yang Terjadi di Sungaipenuh



PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Salah satu bentuk mitigasi bencana adalah adanya data yang terintegrasi tentang bencana sehingga dapat disusun atau dirancang bentuk mitigasi bencana yang sesuai. Data yang terintegrasi mengenai bencana meliputi:

1. Data fenomena bencana yang terjadi seperti erupsi, gempa bumi, tanah longsor, banjir, dan bencana lainnya
2. Data lingkungan lokasi bencana meliputi topografi, geologi, vegetasi dan lain-lain
3. Data berbagai unsur yang mengalami kerusakan seperti infrastruktur, pemukiman penduduk, data sosial, ekonomi, dan data demografi lainnya
4. Data sumber daya bantuan darurat seperti rumah sakit, pemadam kebakaran, kantor pemerintah, kantor polisi, dan sebagainya

Data-data tentang bencana tersebut bervariasi dan terintegrasi menjadi satu sistem informasi yang disebut dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) sehingga dapat dimanfaatkan pihak-pihak yang berkepentingan dalam mitigasi bencana termasuk masyarakat yang saat ini dituntut untuk lebih siap dalam menghadapi bencana.

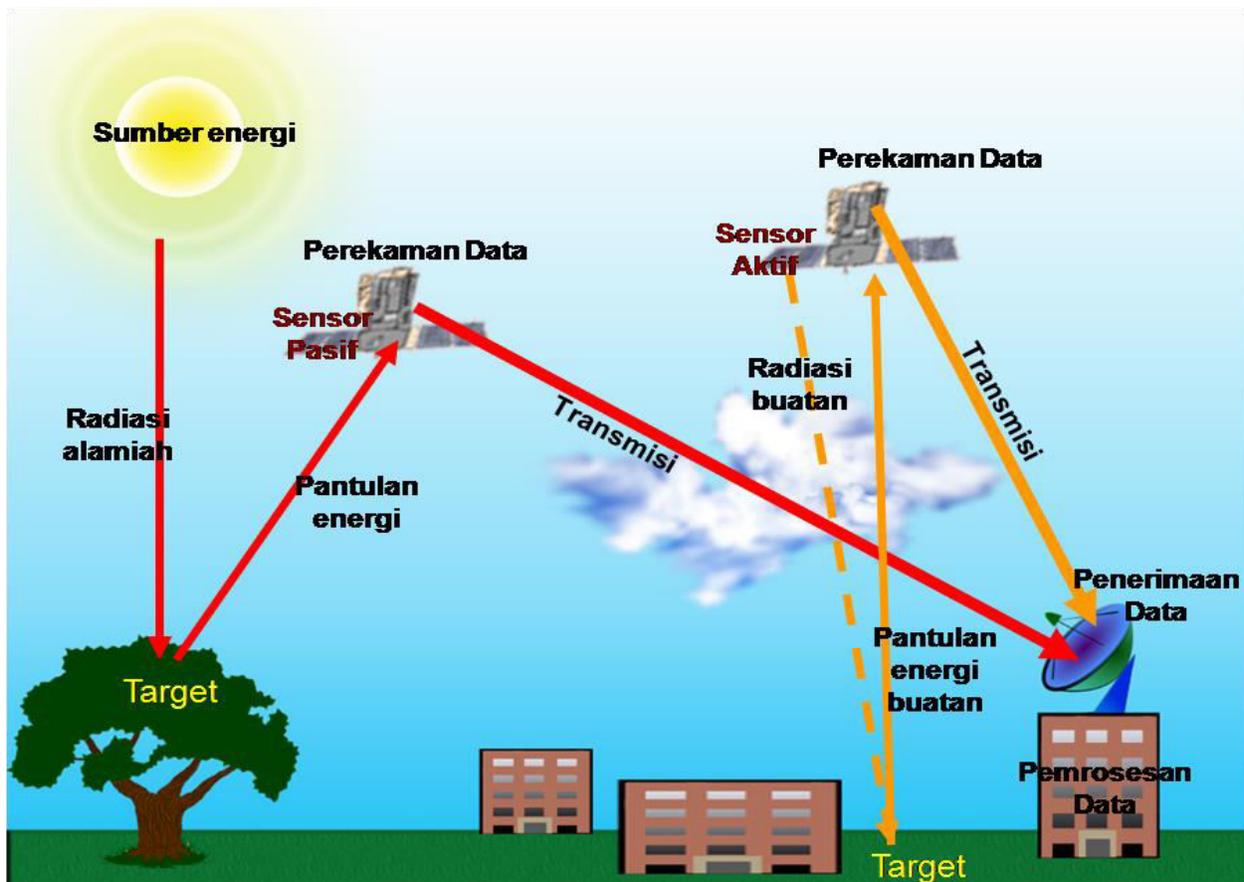
Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan, memanipulasi, dan menganalisis data atau informasi geografis (Puturu, 2015). Data dalam Sistem Informasi Geografis berasal dari berbagai sumber, misalnya hasil pemetaan pemerintah, sensus penduduk, hasil penelitian, ataupun citra foto atau satelit.

Pemetaan pemerintah, sensus penduduk, hasil penelitian, citra foto atau satelit bertujuan mengumpulkan data dengan menggunakan penginderaan. Penginderaan adalah suatu proses untuk mendapatkan data atau mengetahui suatu objek menggunakan sensor alamiah (mata telinga, hidung, lidah, dan kulit) dan sensor buatan (kamera, sonar, magnetometer, radiometer, scanner, atau satelit).

Data yang berasal dari citra foto atau satelit (sistem *spaceborne*) merupakan produk dari penginderaan jauh. Penginderaan jauh adalah suatu pendekatan yang digunakan untuk memperoleh informasi atau data objek, daerah, fenomena melalui analisis dan interpretasi tanpa menyentuh langsung objek tersebut (Puturu, 2015).

Penginderaan jauh memiliki kelebihan dalam prosesnya antara lain:

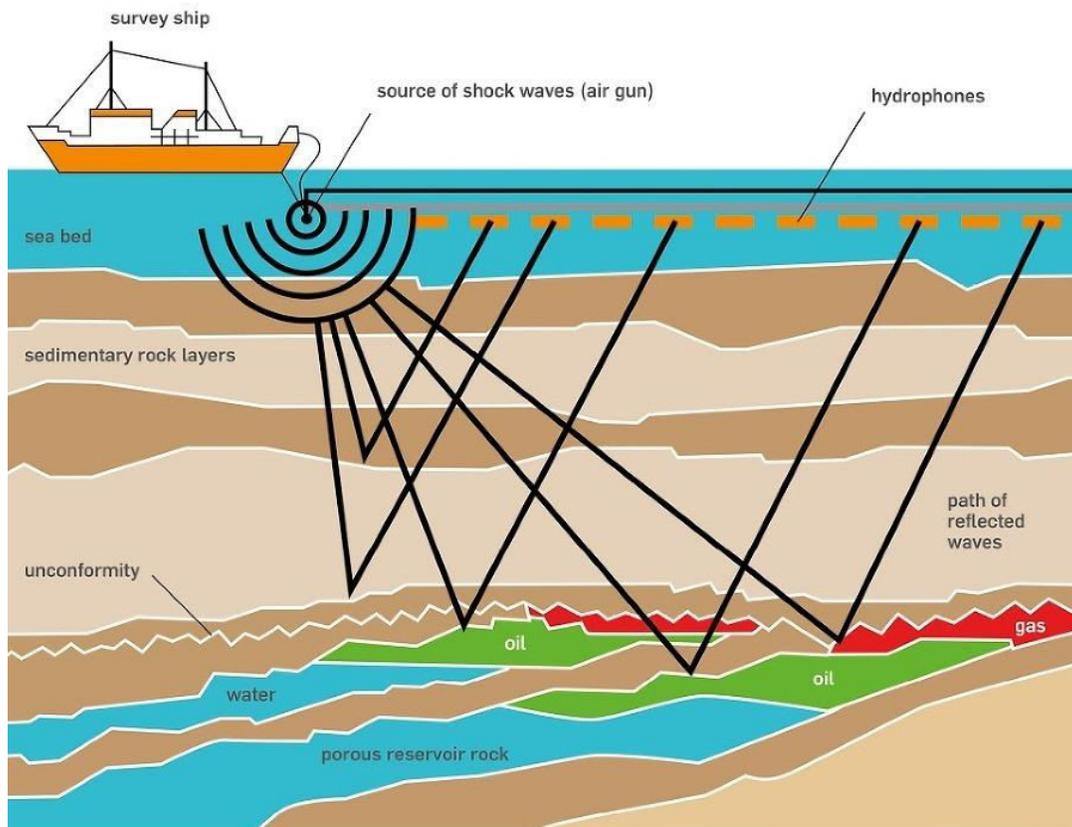
1. Citra menggambarkan objek di permukaan bumi dengan bentuk, wujud, dan letak yang sebenarnya, gambar relatif lengkap, liputan daerah luas, dan sifat gambar yang permanen.
2. Citra dapat menggambarkan tiga dimensi yang memungkinkan pengukuran tinggi dan volume
3. Citra dapat menggambarkan benda yang tidak tampak sehingga dimungkinkan pengenalan objeknya
4. Citra dapat dibuat cepat walaupun objeknya sulit dijangkau



Gambar 36 Proses Penginderaan Jauh
(Sumber : petacitrasatelit.blogspot.com)

Mengacu pada kelebihan-kelebihan penginderaan jauh, maka penginderaan jauh juga dimanfaatkan dalam berbagai bidang kehidupan untuk tujuan strategis, misalnya:

1. Pemetaan geologi
2. Survei tanah
3. Pemetaan penggunaan tanah
4. Pemantauan sumber daya alam
5. Survei hidrologi
6. Pemetaan daerah bencana
7. Survei ekologi
8. Bidang oceanografi
9. Bidang klimatologi
10. Serta pemanfaatan dalam bidang industry



Gambar 37. Pemanfaatan Penginderaan Jauh untuk Industri Pertambangan

(Sumber : geologi.co.id)

Penginderaan jauh dapat menggunakan satelit sebagai wahananya, terdapat beberapa satelit penginderaan jauh dari beberapa negara untuk mendapatkan data mengenai cuaca, iklim, dan bencana. Beberapa satelit yang ada antara lain RADARSTAT (Kanada), LANDSTAT, IKONOS, NOAA, Quickbird (Amerika Serikat), MOS dan JERS (Jepang), IRS (India), SPOT (Prancis) (Gambar 38), sumber <http://www.spacenews.com> & <http://www.nsi.co.id/quickbirds/>)



Gambar 38.1. Satelit Quickbird



Gambar 38.2. Satelit LANDSTAT



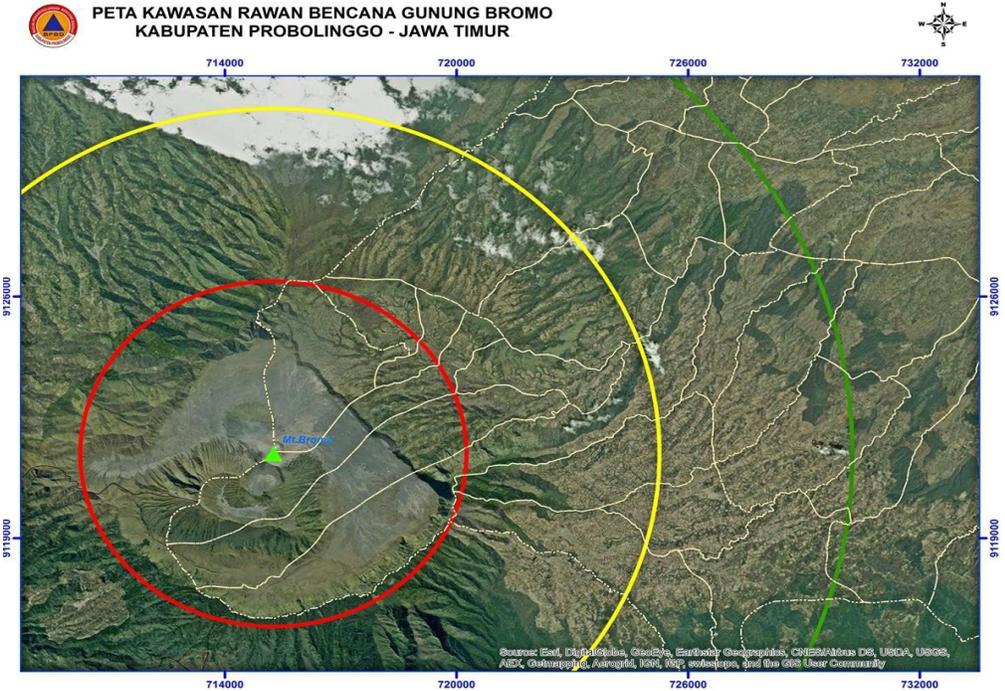
Gambar 38.3. Satelit NOAA



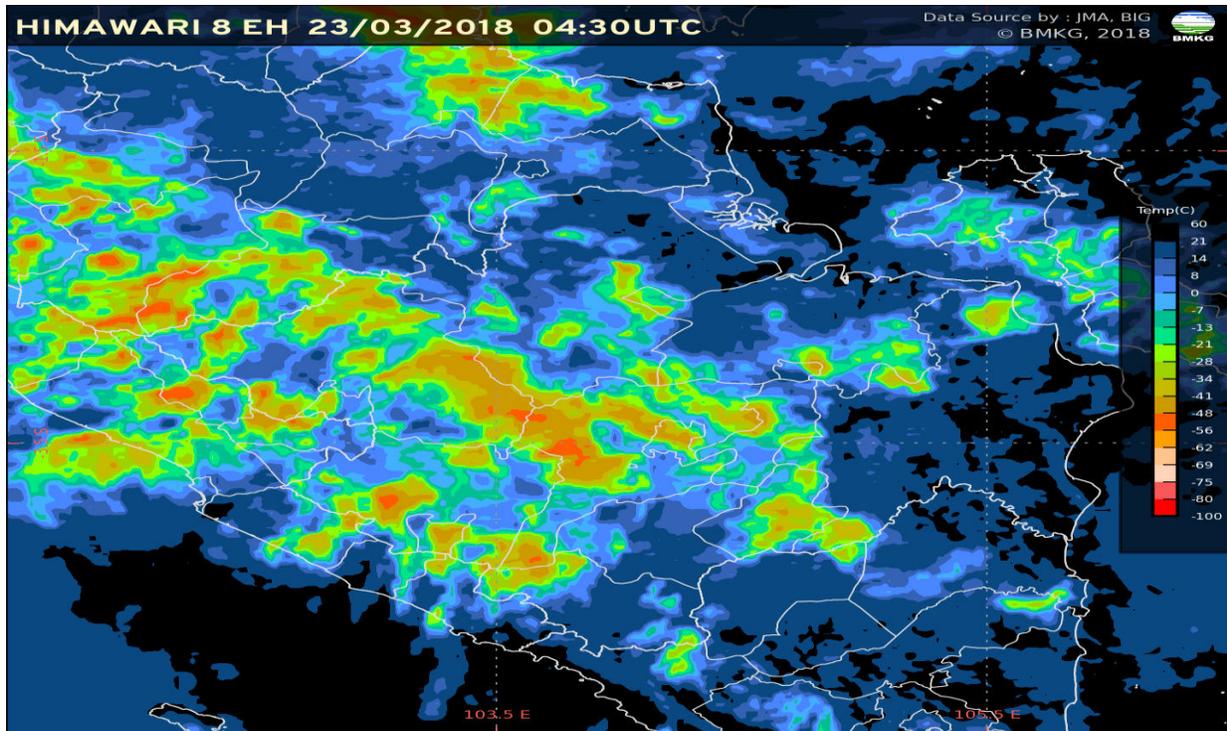
Gambar 38.4. Satelit SPOT



Gambar 39.1. Contoh Penggunaan Penginderaan Jauh untuk Pemetaan Wilayah
(Sumber : geo-media.blogspot.com)



Gambar 39.2. Contoh Penggunaan Penginderaan Jauh untuk Pemetaan Kawasan Rawan Bencana
(Sumber : <http://bpbd.probolinggo.kab.go.id/>)



Gambar 40. Contoh Penggunaan Penginderaan Jauh untuk Prediksi Cuaca
(Sumber : <http://www.bmkg.go.id/>)



Gambar 41. Contoh Penggunaan Penginderaan Jauh untuk Pemetaan Kondisi Pra dan Pasca Bencana Gempa Bantul (DIY) 2006
(Sumber : <http://geomagz.geologi.esdm.go.id/>)

Penginderaan jauh dapat digunakan sebagai sumber data yang terintegrasi dalam Sistem Informasi Geografis yang sangat bermanfaat dalam mitigasi bencana. Sistem informasi geografis dapat dimanfaatkan untuk mengintegrasikan data satelit penginderaan jauh dengan data-data yang dibutuhkan dan relevan dengan bencana. Secara praktis bermanfaat untuk desain sistem peringatan dini bencana, perencanaan rute evakuasi, pencarian dan penyelamatan korban bencana, perencanaan kawasan rawan lokasi bencana, relokasi pemukiman penduduk, dan fungsi praktis lainnya.

Pada beberapa fakta penginderaan jauh dapat merekam adanya perubahan di daerah tektonik sebelum terjadinya gempa meskipun penggunaan penginderaan jauh untuk memprediksi terjadinya gempa bumi. Beberapa sensor untuk penginderaan jauh dapat menggunakan PAN (PAN Numeric), MTS (Multipactual Thermal Biod), SAR (Syabaric Apecture Radar), OPS (Optical), AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), dan sensor lainnya.

Sebagai contoh Satellite Laser Ranging (SLR) dan Very Long Base Baseline Interferometry (VLBI) dengan sarana GPS dapat digunakan untuk memantau gerakan patahan. Sensor Inframerah Thermal seperti Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) pada citra satelit National Oceanic dan Atmospheric Administrasi (NOAA) dapat merekam perubahan panas bumi di daerah tektonik (emisitas). Hal ini didasari prinsip di daerah tektonik aktif maka tekanan dapat meningkat dan berdampak pada suhu meningkat. Beberapa hasil penelitian menunjukkan sebelum terjadi gempa terjadi anomaly panas dengan perubahan suhu di daerah tersebut.

Program The Earthquake 3D adalah salah satu Sistem Informasi Geografis (SIG) United States Geological Survey (USGS) yang memanfaatkan penginderaan jauh satelit LANDSTAT untuk mengidentifikasi terjadinya gempa, lokasi, kerusakan, karakteristik daerah, dan informasi lain yang relevan dengan gempa bumi.

PENGENALAN PROGRAM THE EARTHQUAKE 3D

Dalam buku ini akan dibahas mengenai program Earthquake 3D Version 2.91 yang dirilis bulan Juni 2015. Program Earthquake 3D Version 2.91 merupakan program yang bermanfaat mengidentifikasi gempa bumi yang terjadi dengan kelebihan mampu mencatat data mendekati real-time dan lokasi gempa secara akurat.

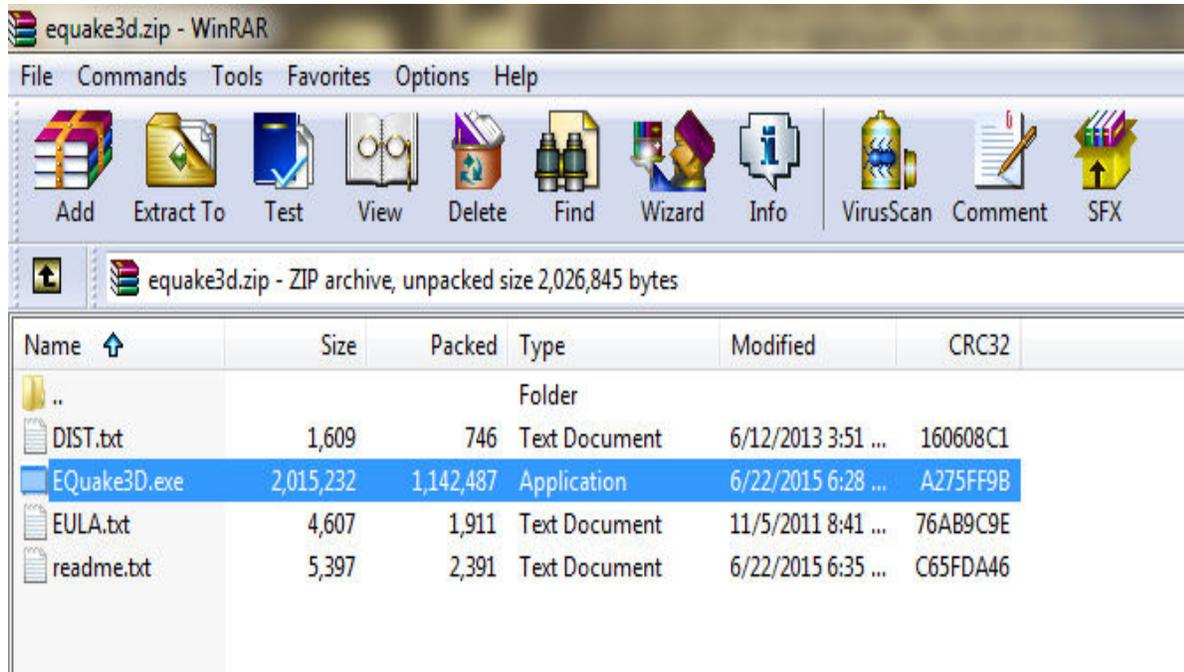
Program Earthquake 3D Version 2.91 yang digunakan merupakan versi bebas/gratis yang dapat diunduh secara langsung melalui *website* penyedia program Earthquake 3D yaitu www.wolton.net. Selain versi gratis juga terdapat versi yang dapat dibeli secara online dengan fitur yang lebih lengkap dibandingkan versi gratis. Data gempa bumi yang ditampilkan program The Earthquake 3D merupakan data yang berasal dari USGS yaitu United States Geological Survey (Badan Survei Geologi Amerika Serikat).

Setelah mengunduh program Earthquake 3D Version 2.91 maka file terdapat dalam bentuk Earthquake3D archive zip file dengan nama `equake3d.zip`.

Di dalam `equake3d.zip` terdapat empat file yaitu:

`EQuake3D.exe` - The Earthquake 3D program
`Readme.txt` - This file
`EULA.txt` - END-USER LICENSE AGREEMENT
`DIST.txt` - SOFTWARE DISTRIBUTION AGREEMENT

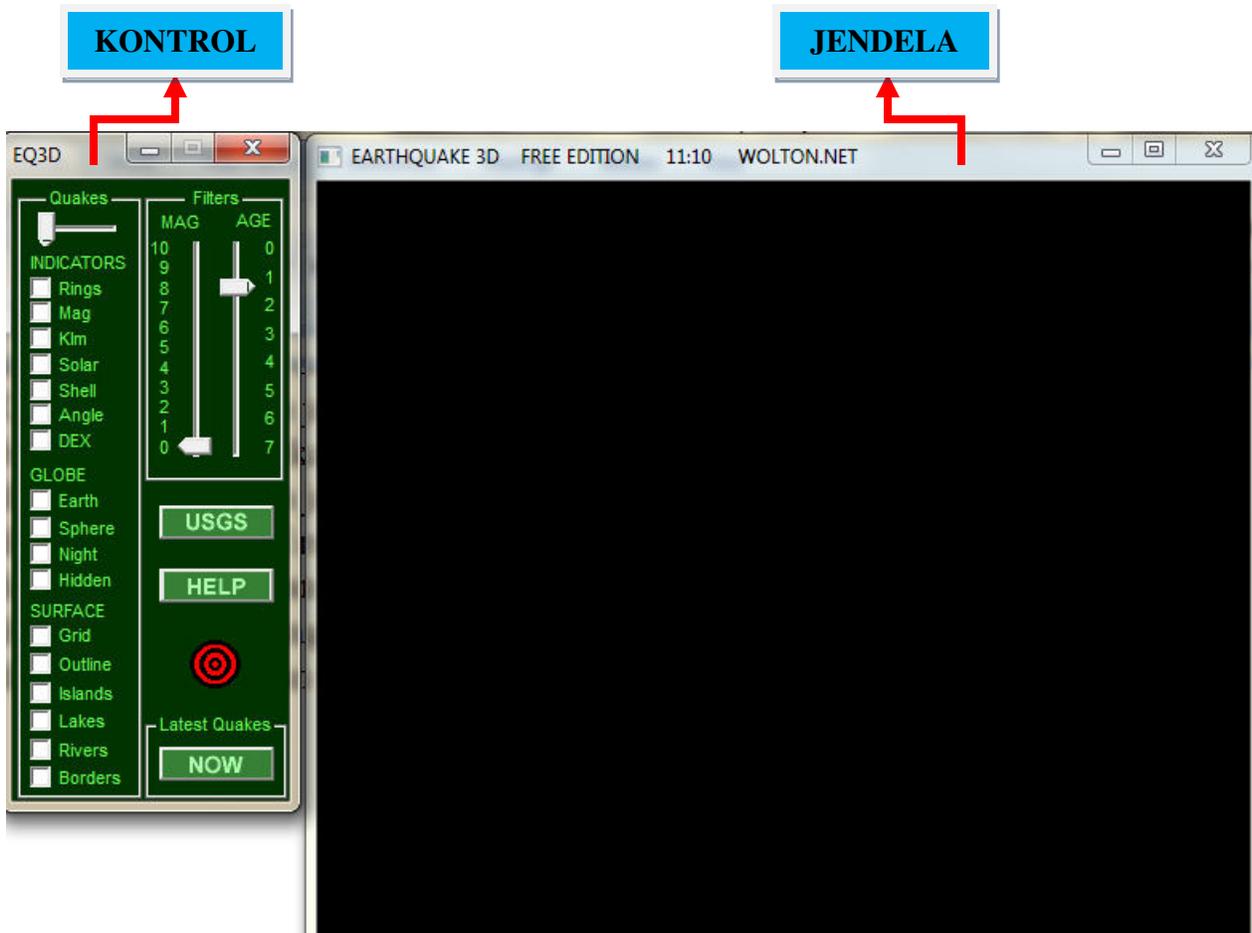
Setelah melakukan pengunduhan dan semua kelengkapan file program The Earthquake 3D ada, tampilannya sebagai berikut.



Untuk menggunakan program The Earthquake 3D dengan cara klik EQuake3D.exe sehingga akan memunculkan tampilan sebagai berikut.



Tampilan program The Earthquake 3D terdiri atas kontrol dan jendela atau tampilan identifikasi gempa. Kontrol digunakan untuk mengatur tampilan program Earthquake 3D dalam menampilkan atau mengidentifikasi gempa yang dibutuhkan.



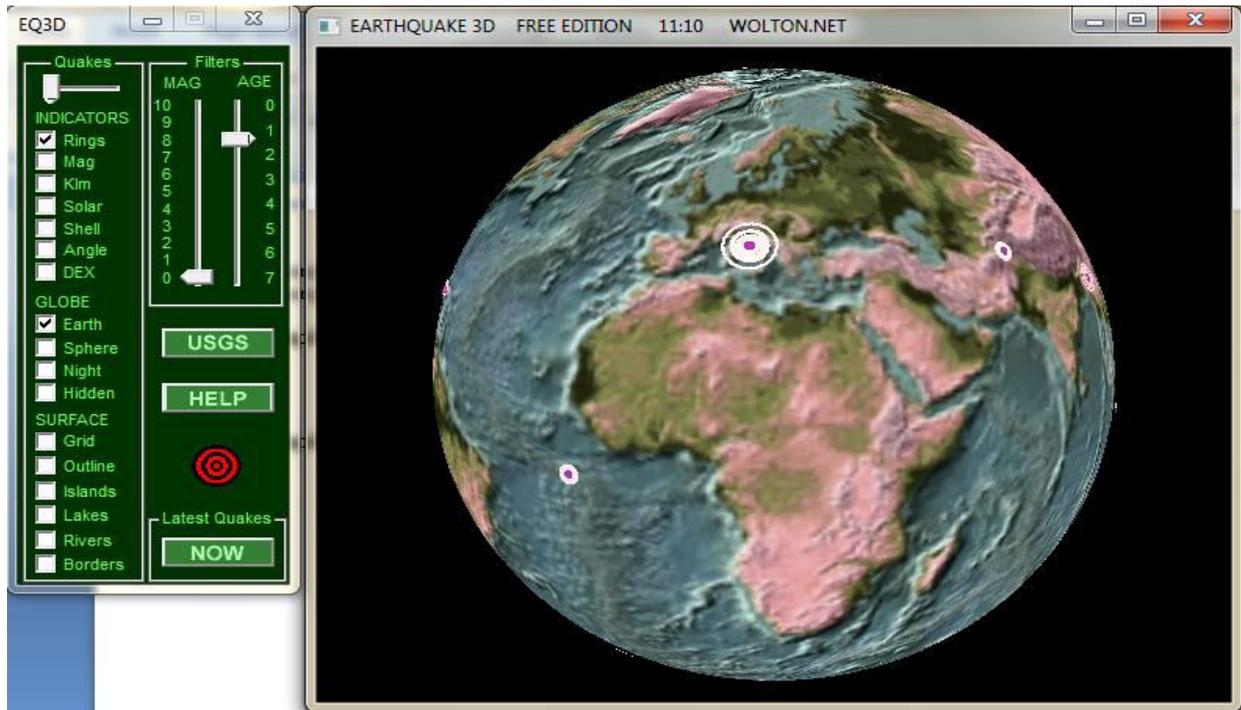
Berikut adalah penjelasan untuk fungsi kontrol secara ringkas yang terdiri atas indicators, globe, dan surface.

INDICATORS

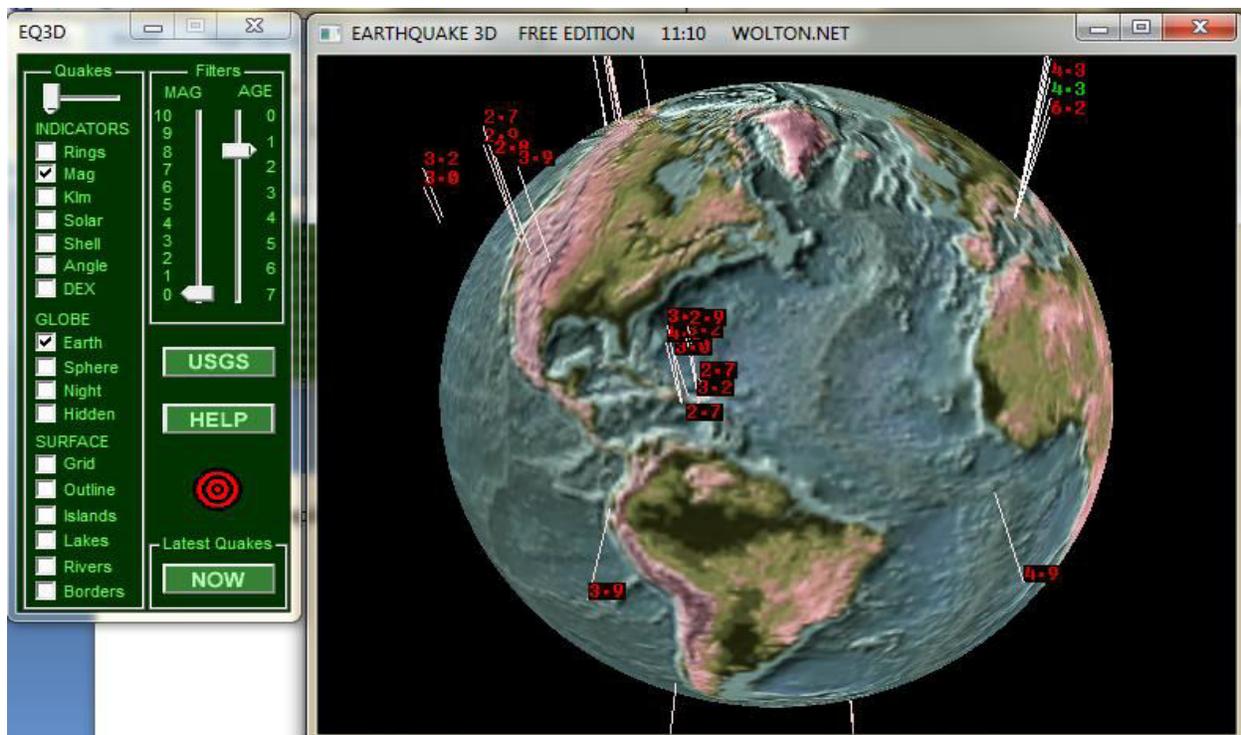
Indicators merupakan fasilitas yang terdapat pada program The Earthquake 3D terutama untuk mengidentifikasi kekuatan, kedalaman, dan waktu terjadinya gempa.

Rings	Perintah menampilkan cincin gempa
Mag	Perintah menampilkan besarnya gempa
Km	Perintah menampilkan kedalaman gempa
Solar	Perintah menampilkan waktu setempat terjadinya gempa
Shell	Perintah menampilkan bulatan gempa
Angle	Perintah menampilkan penanda sudut dari pusat bumi
DEX	Perintah menampilkan kedalaman secara lebih jelas atas bumi

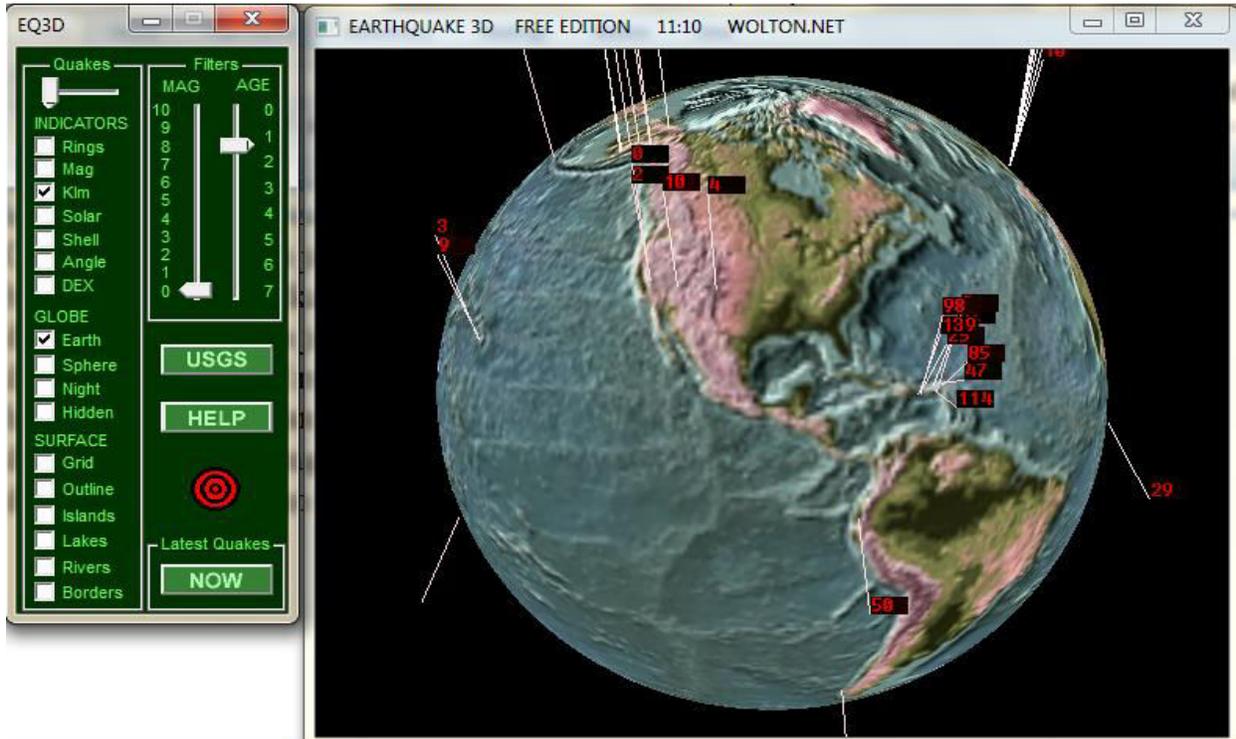
Tampilan Rings



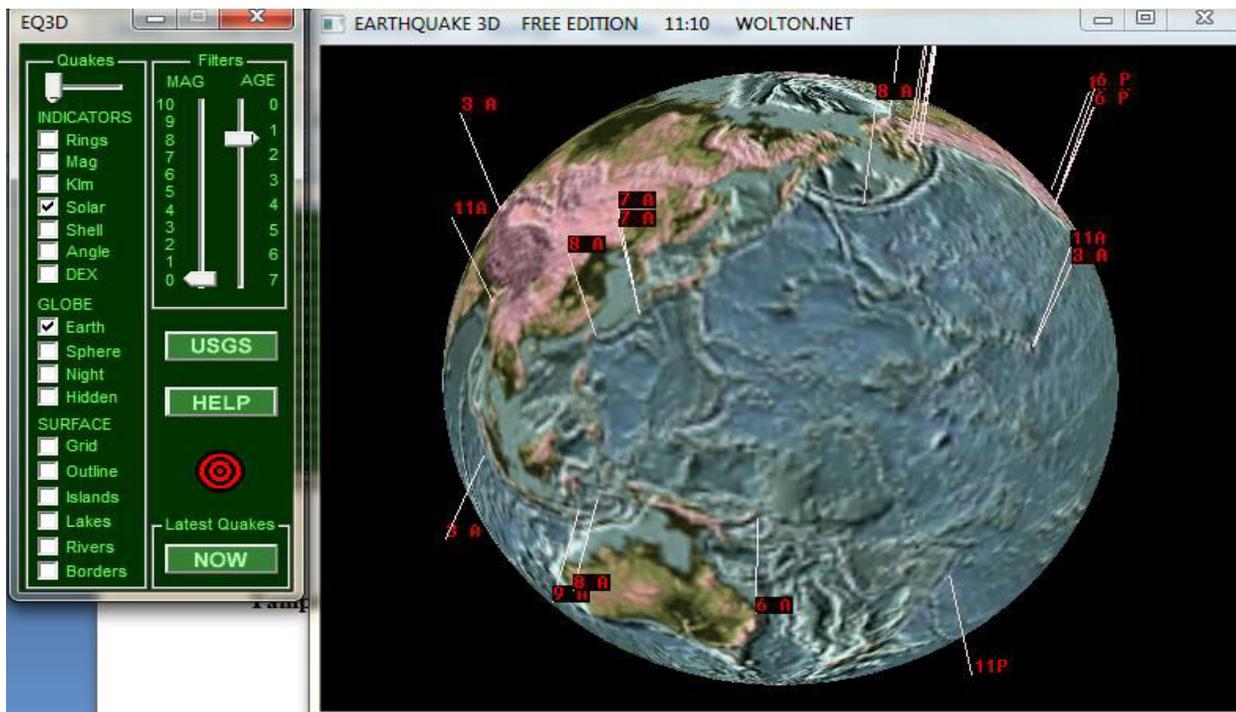
Tampilan Mag



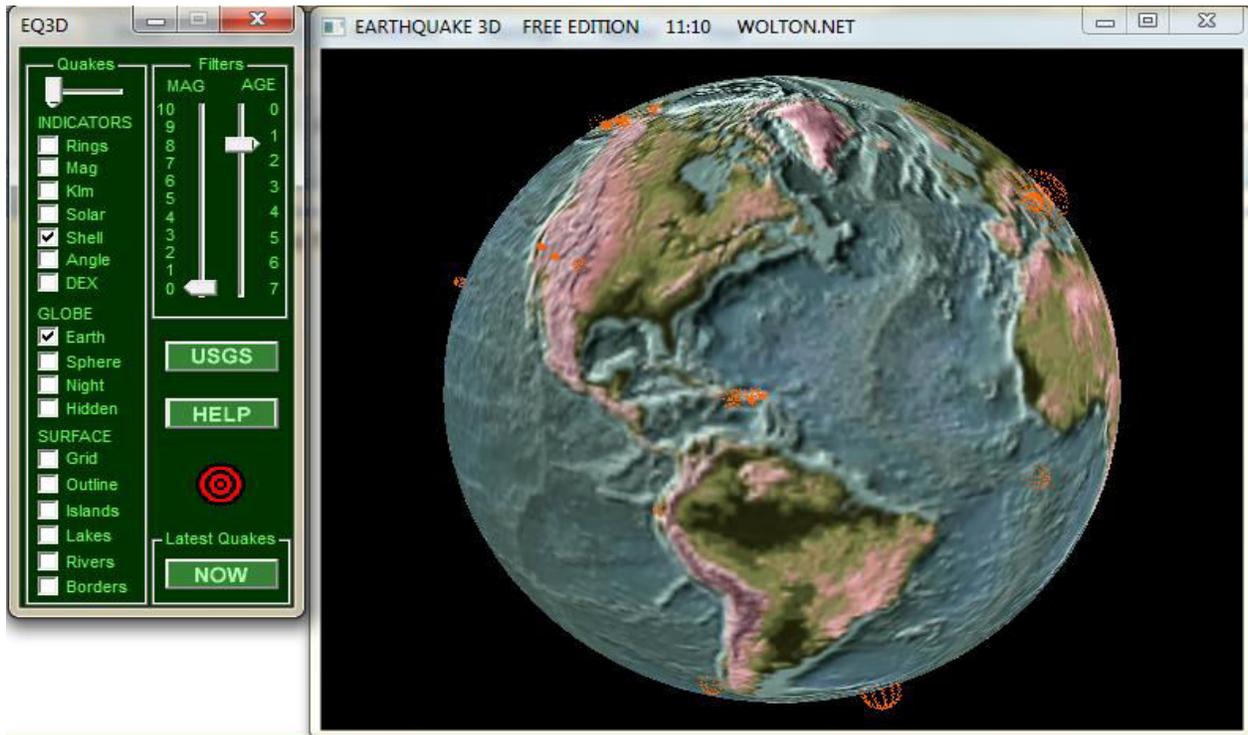
Tampilan Km



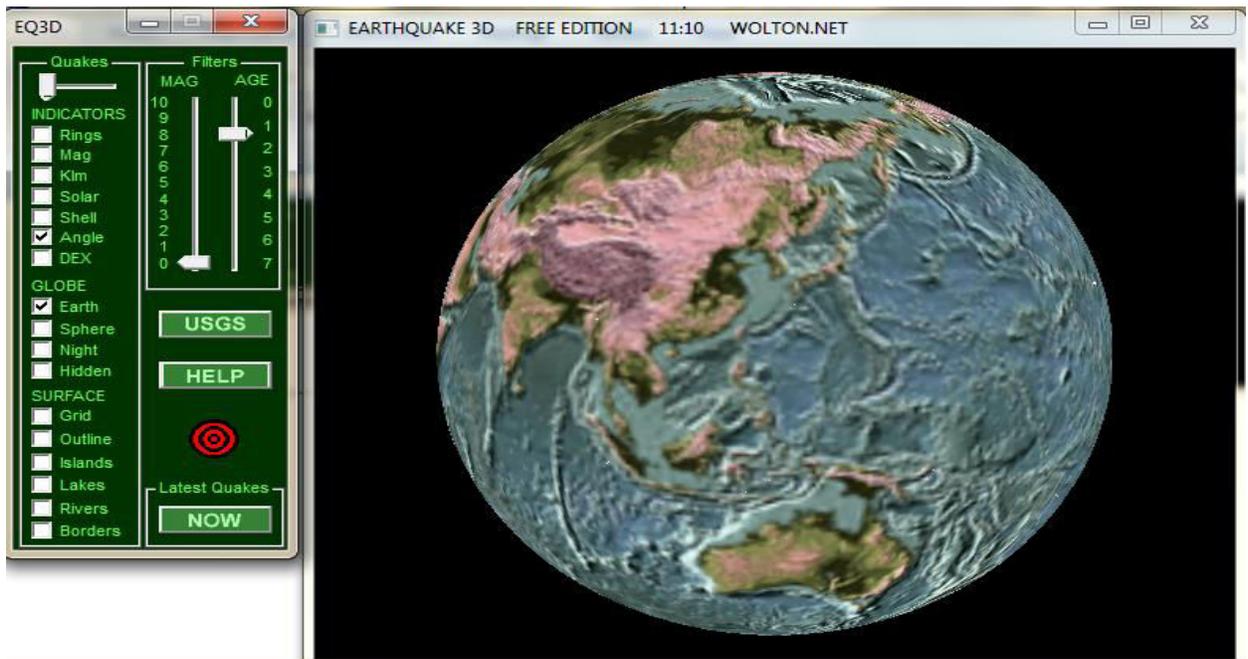
Tampilan Solar



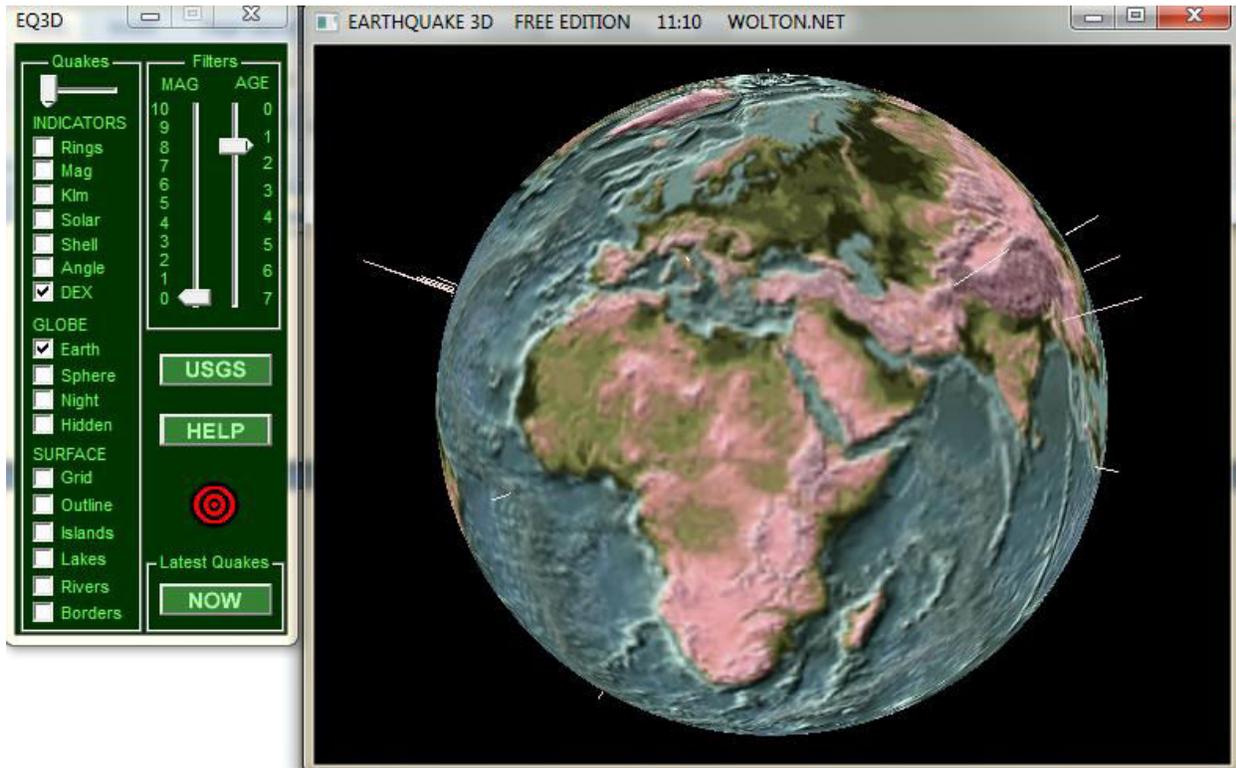
Tampilan Shell



Tampilan Angle



Tampilan Dex

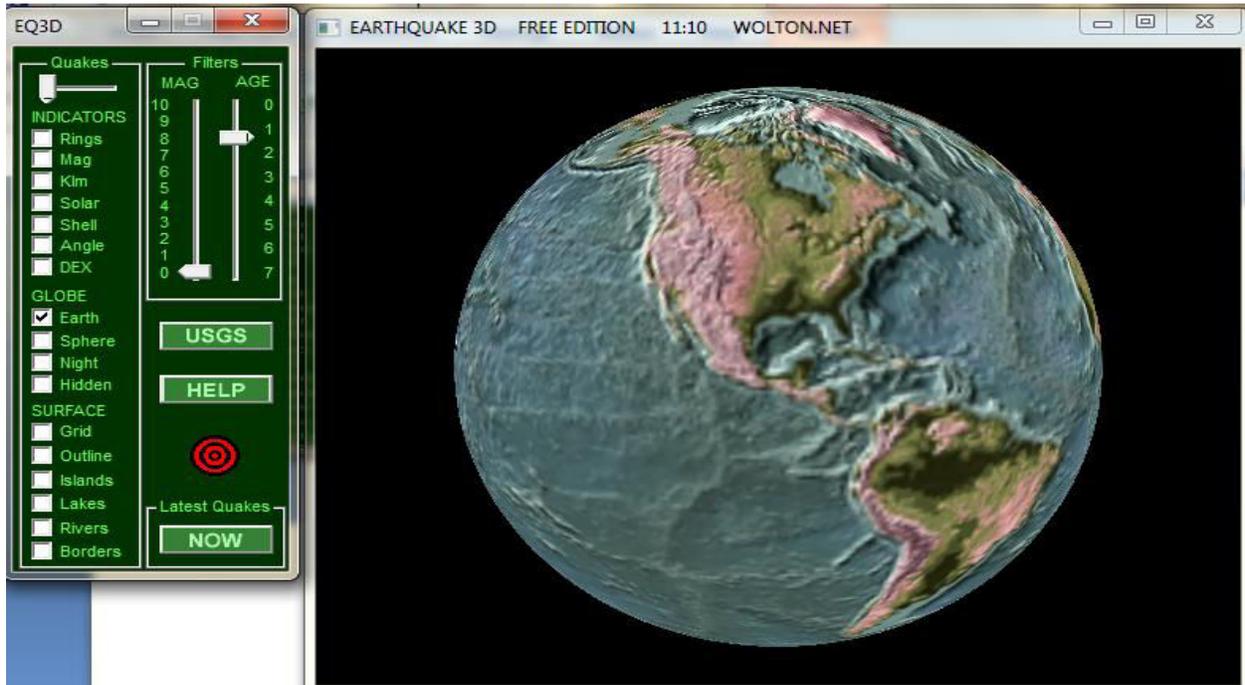


GLOBE

Globe merupakan fasilitas program The Earthquake 3D yang berfungsi menampilkan perintah untuk tampilan bumi saat mengidentifikasi gempa bumi yang terjadi.

Earth	Tampilan Bumi
Sphere	Tampilan bumi kosong
Night	Tampilan bayangan bumi
Hidden	Tampilan sisi jauh bumi

Tampilan Earth



Tampilan Sphere

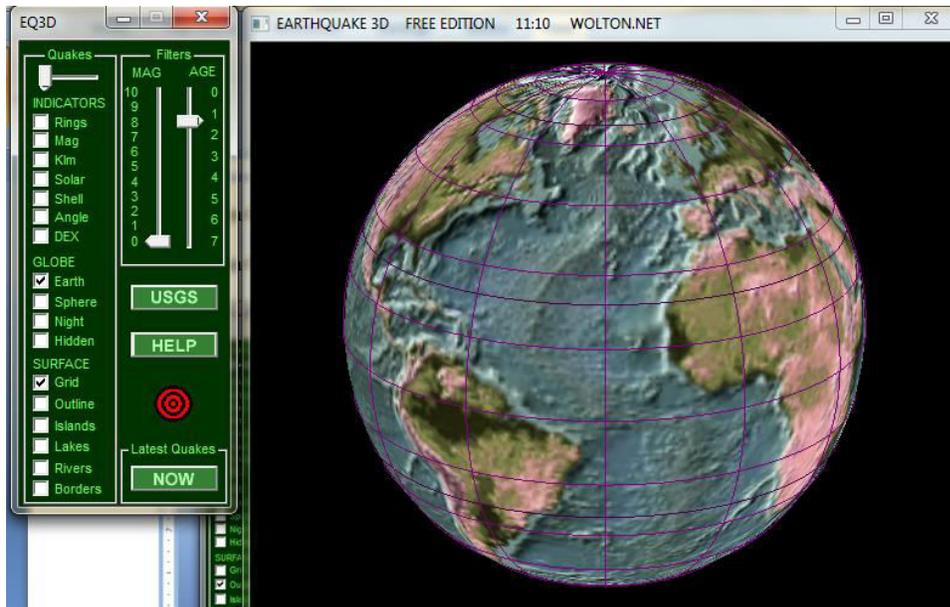


SURFACE

Merupakan fasilitas program Earthquake 3D yang menunjang tampilan/jendela bumi yang lebih detil seperti garis latitude, garis longitude, benua, danau, sungai, pulau, dan perbatasan antar negara.

Grid	Menampilkan garis latitude dan longitude
Outline	Menampilkan benua
Island	Menampilkan pulau
Lakes	Menampilkan danau
Rivers	Menampilkan sungai
Borders	Menampilkan perbatasan antar negara

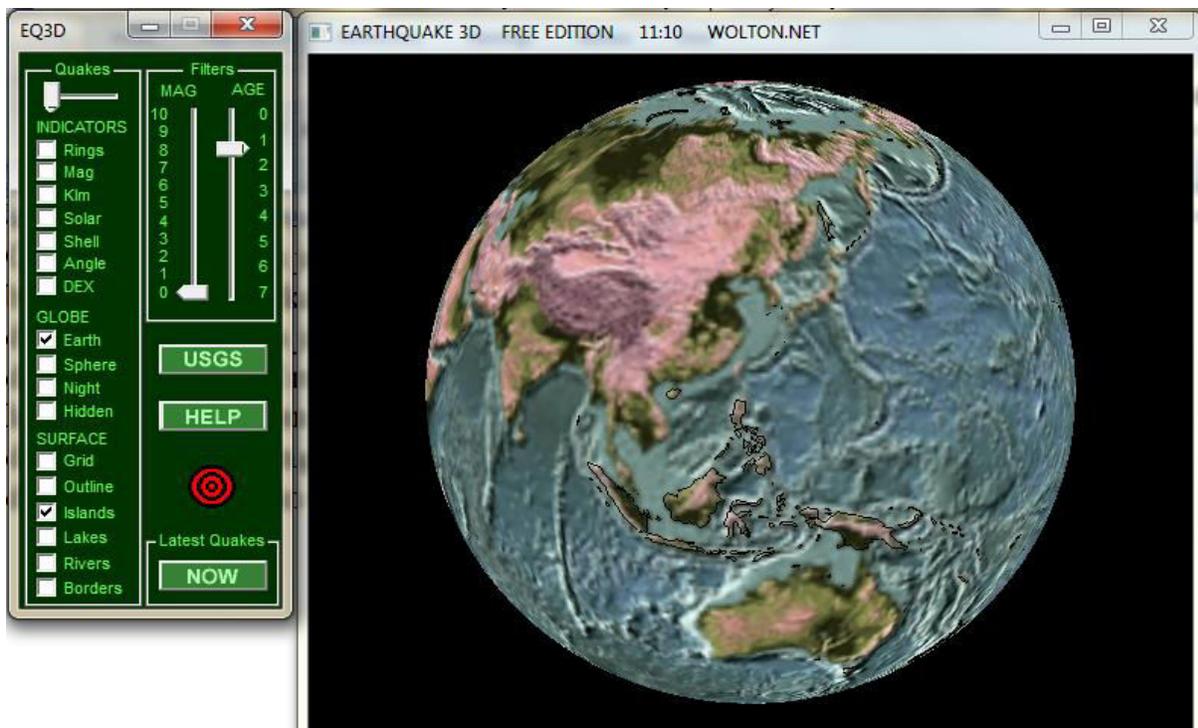
Tampilan Grid



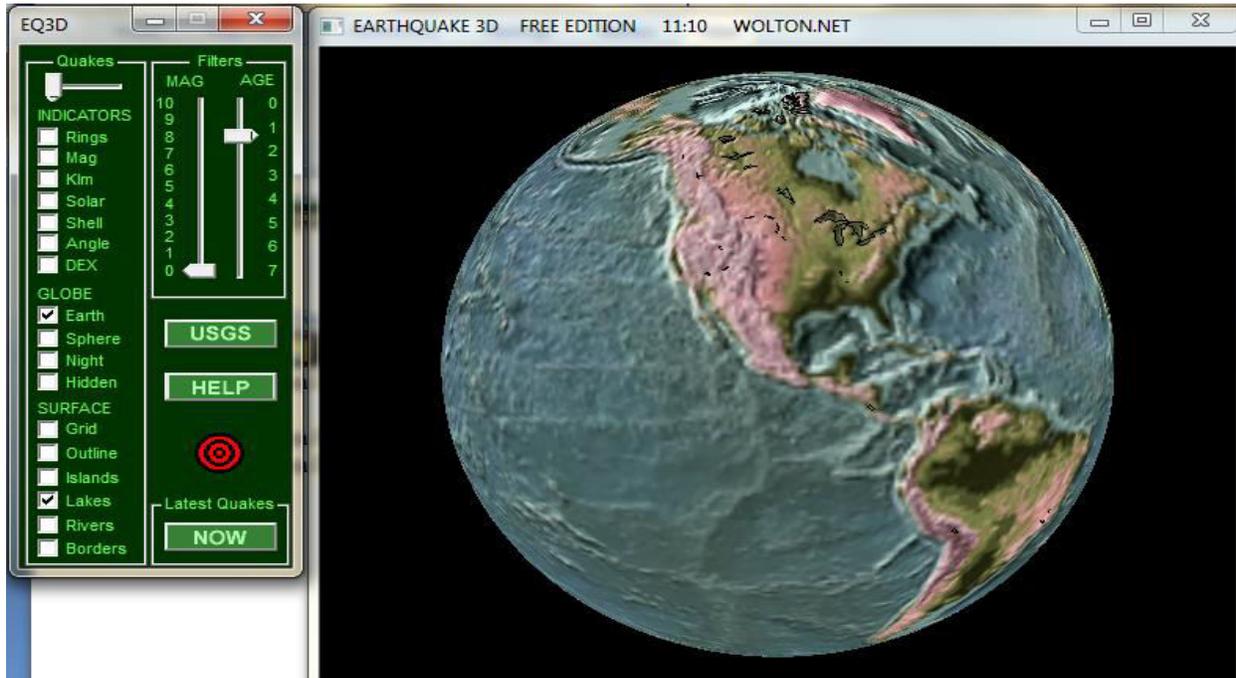
Tampilan Outline



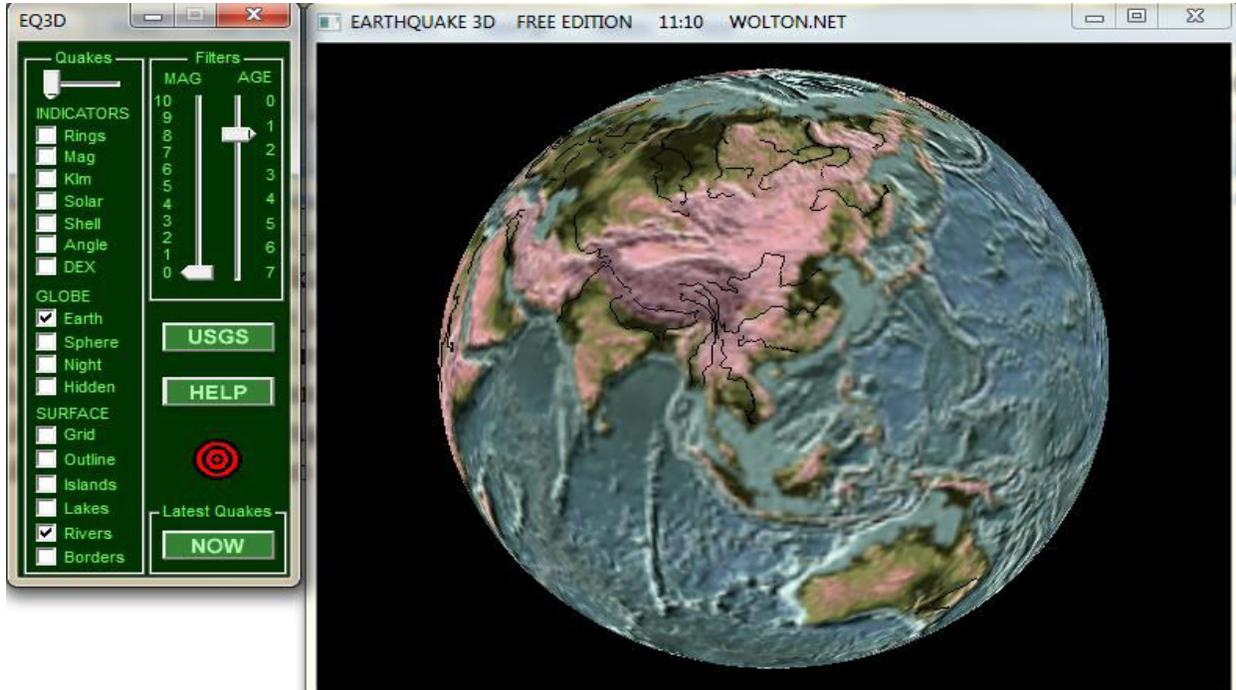
Tampilan Island



Tampilan Lakes



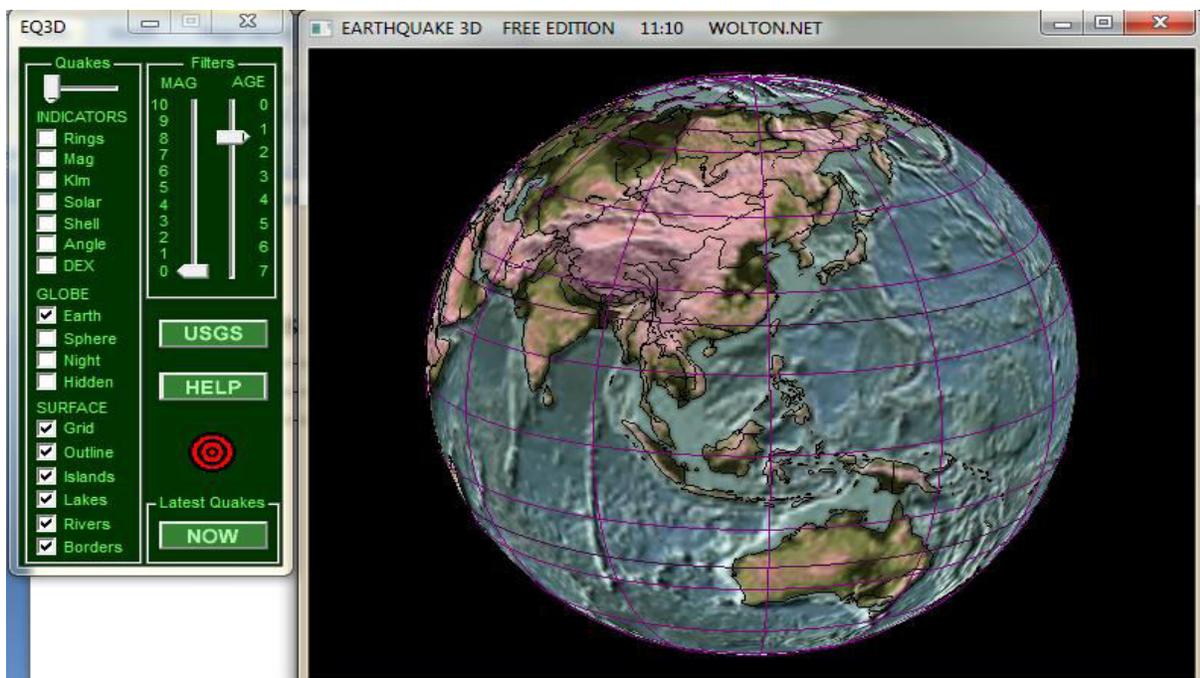
Tampilan Rivers



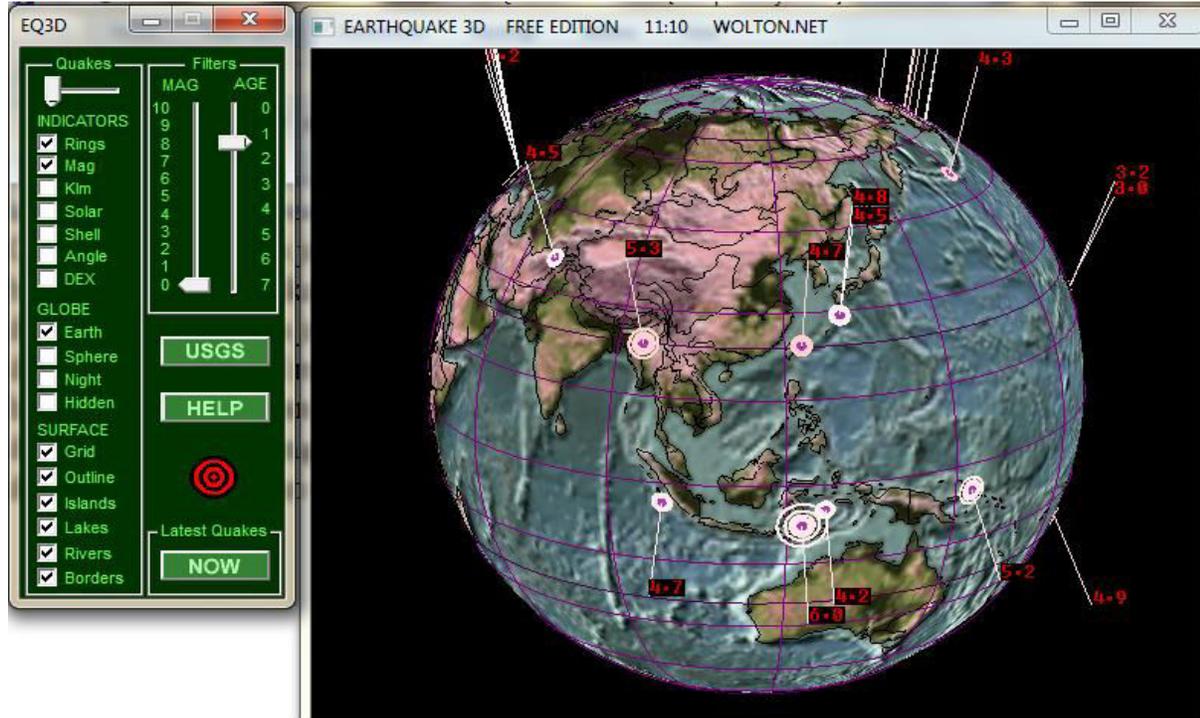
Tampilan Borders



Tampilan Semua Tanda Surface



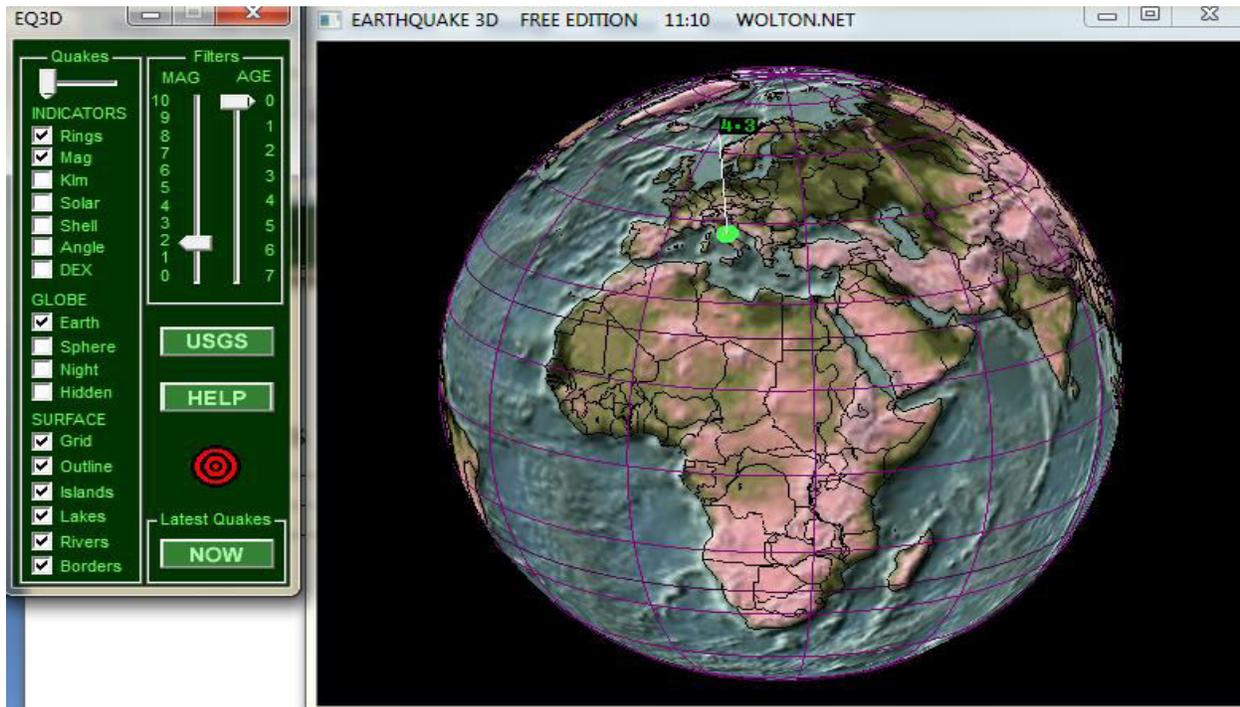
Tampilan Kombinasi Indicators (Rings & Mag) serta SemuaSurface



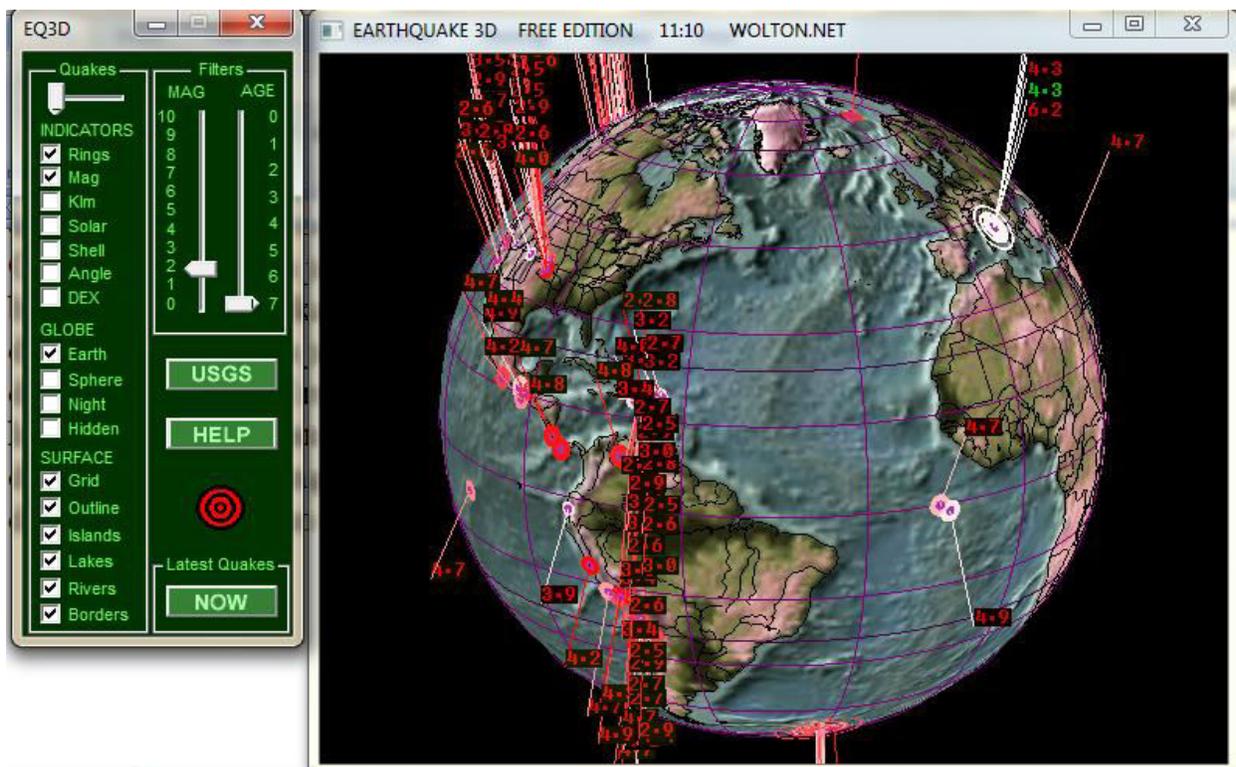
FILTERS

MAG	Mengatur besarnya kekuatan gempa yang akan ditampilkan
AGE	Mengatur waktu (hari) terjadinya gempa yang akan ditampilkan

Contoh tampilan pengaturan kekuatan gempa di atas 2 SR hari yang terjadi hari ini sebagai berikut.



Contoh tampilan pengaturan kekuatan gempa di atas 3 SR dan terjadi selama 7 hari terakhir.



Program Earthquake 3D Versi Online

Selain versi gratis dan berbayar, program Earthquake 3D juga terdapat versi online yang dapat diakses di <http://www.earthquake3d.com/>.

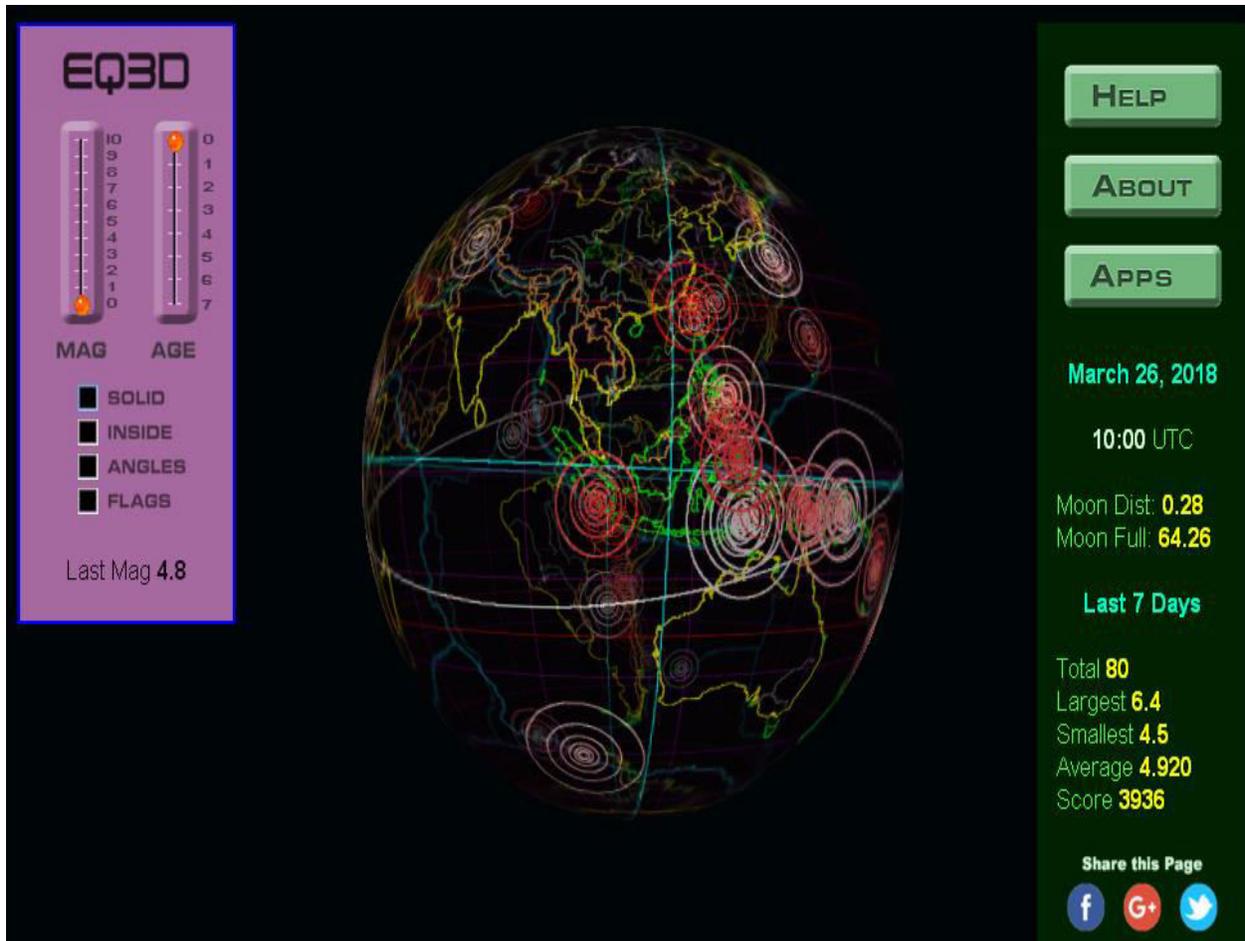
Berikut adalah tampilan website Earthquake 3D :



The screenshot displays the Earthquake 3D website interface within a browser window. The main content area features a 3D globe of Earth with numerous colorful lines and circular markers representing earthquake epicenters and seismic activity. The interface includes several control panels and data displays:

- EQ3D Panel (Left):** Contains two vertical sliders for 'MAG' (Magnitude) and 'AGE'. Below the sliders are four checkboxes labeled 'SOLID', 'INSIDE', 'ANGLES', and 'FLAGS'. The text 'Last Mag 4.8' is displayed at the bottom of this panel.
- Navigation Panel (Right):** Features three green buttons labeled 'HELP', 'ABOUT', and 'APPS'.
- Data Panel (Right):** Displays the date 'March 26, 2018' and the time '10:00 UTC'. It also shows 'Moon Dist: 0.28' and 'Moon Full: 64.26'. A section titled 'Last 7 Days' provides summary statistics: 'Total 80', 'Largest 6.4', 'Smallest 4.5', 'Average 4.920', and 'Score 3936'. Below this is a 'Share this Page' section with social media icons for Facebook, Google+, and Twitter.

The browser window title is 'Buku penginderaan jauh dan sistem informasi geografis earthquake 3D [Compatibility Mode] - Microsoft Word'. The address bar shows 'www.earthquake3d.com'. The Windows taskbar at the bottom shows the Start button and several open applications, including VLC media player, Earthquake 3D, and a document titled 'Buku penginde...'. The system clock indicates the time is 6:34 PM.



Tampilan program Earthquake 3D secara online terdapat fitur Mag, Age, Solid, Angles, Flags dan Last Mag. Melalui fitur Mag dapat diatur

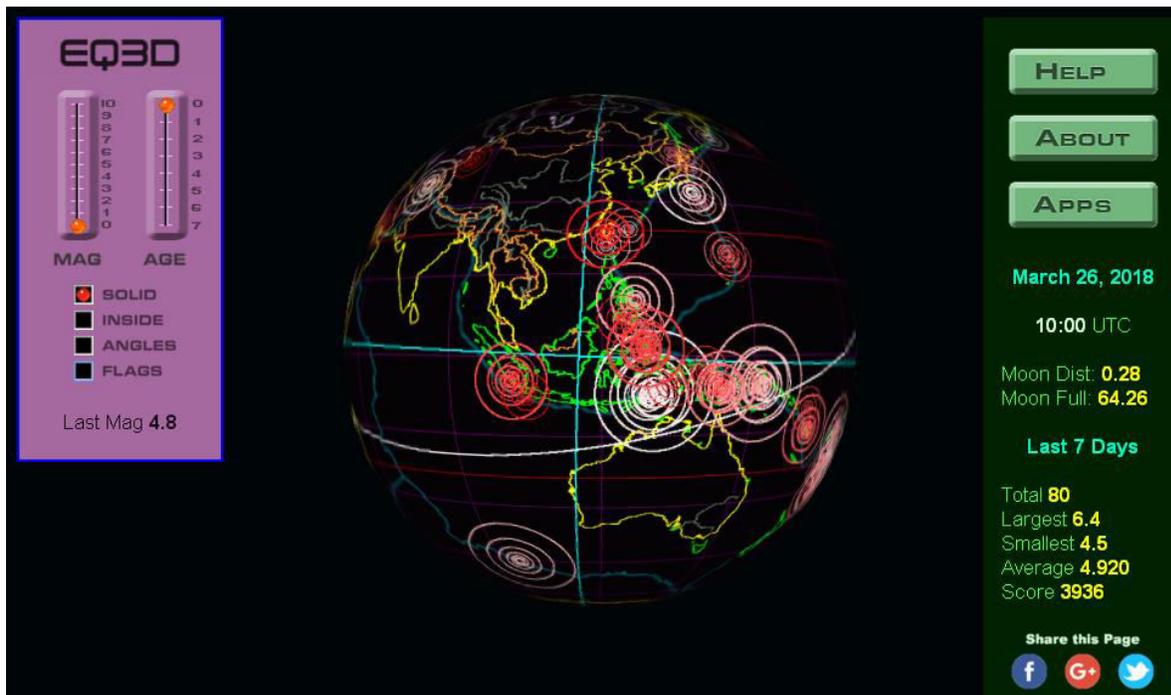
Fitur solid, untuk mengatur transparansi tampilan bumi

Fitur inside, mengatur penghapusan tampilan setengan bagian bumi

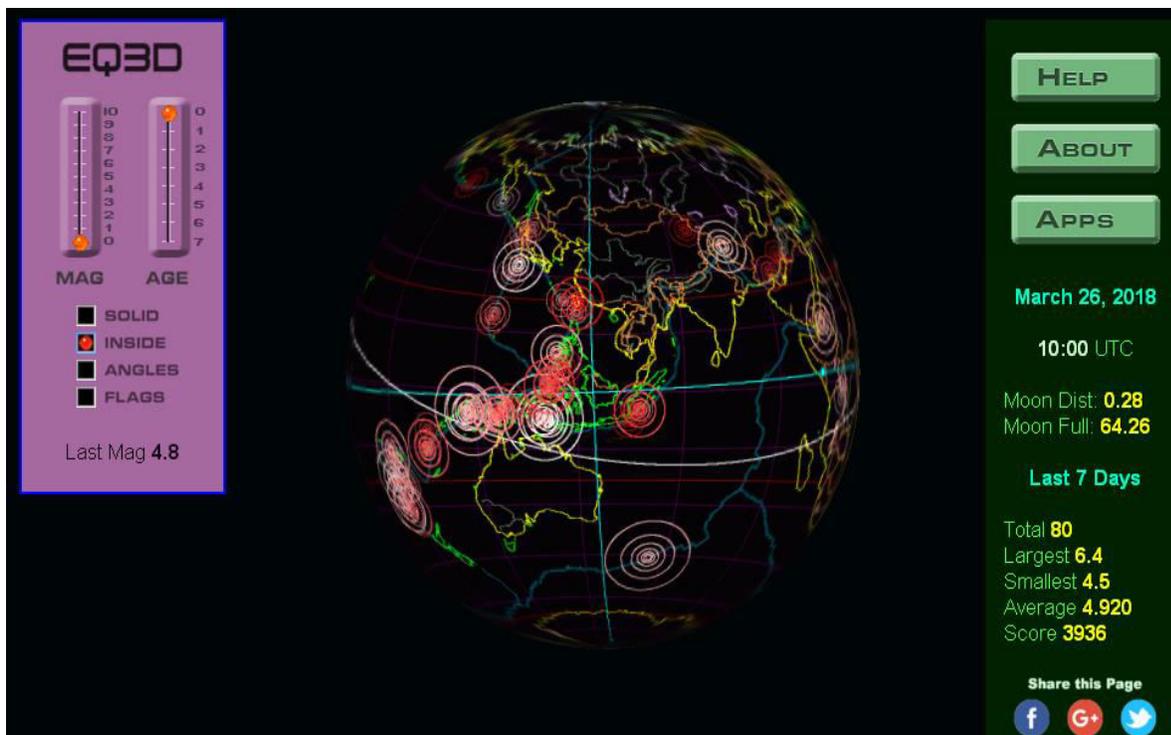
Fitur angles, mengatur agar menunjukkan garis sudut gempa bumi

Fitur Flags, menunjukkan tampilan bendera besarnya magnitude gempa yang terjadi

Tampilan fitur solid



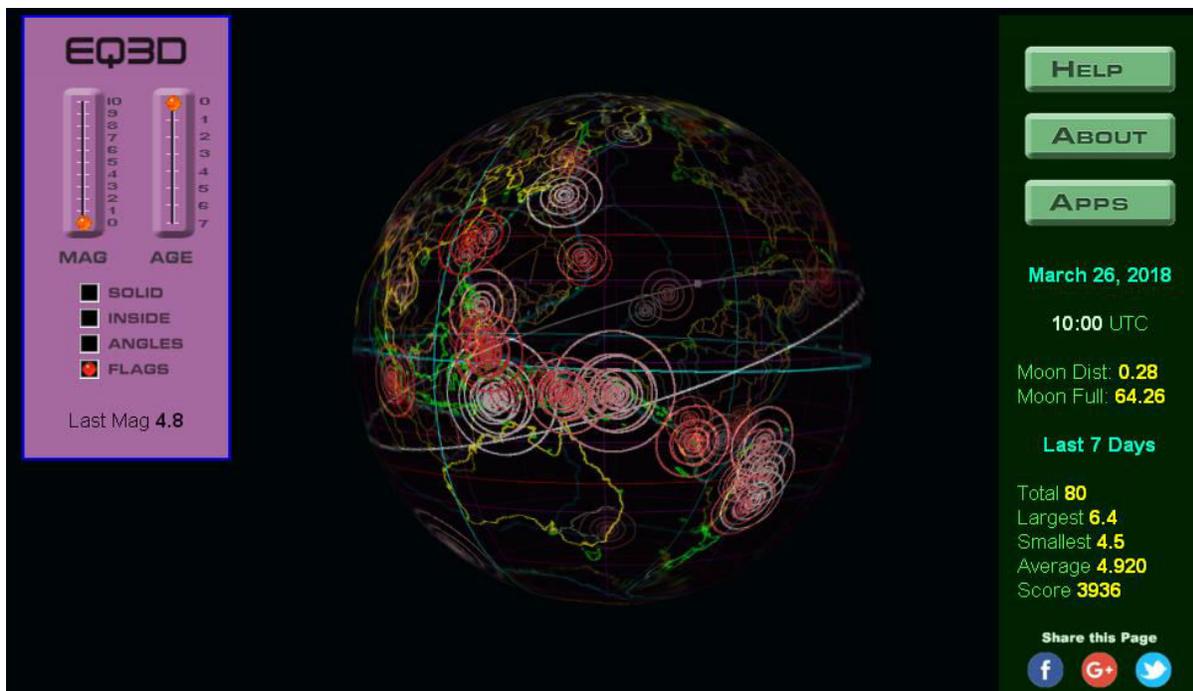
Tampilan fitur inside



Tampilan fitur angles

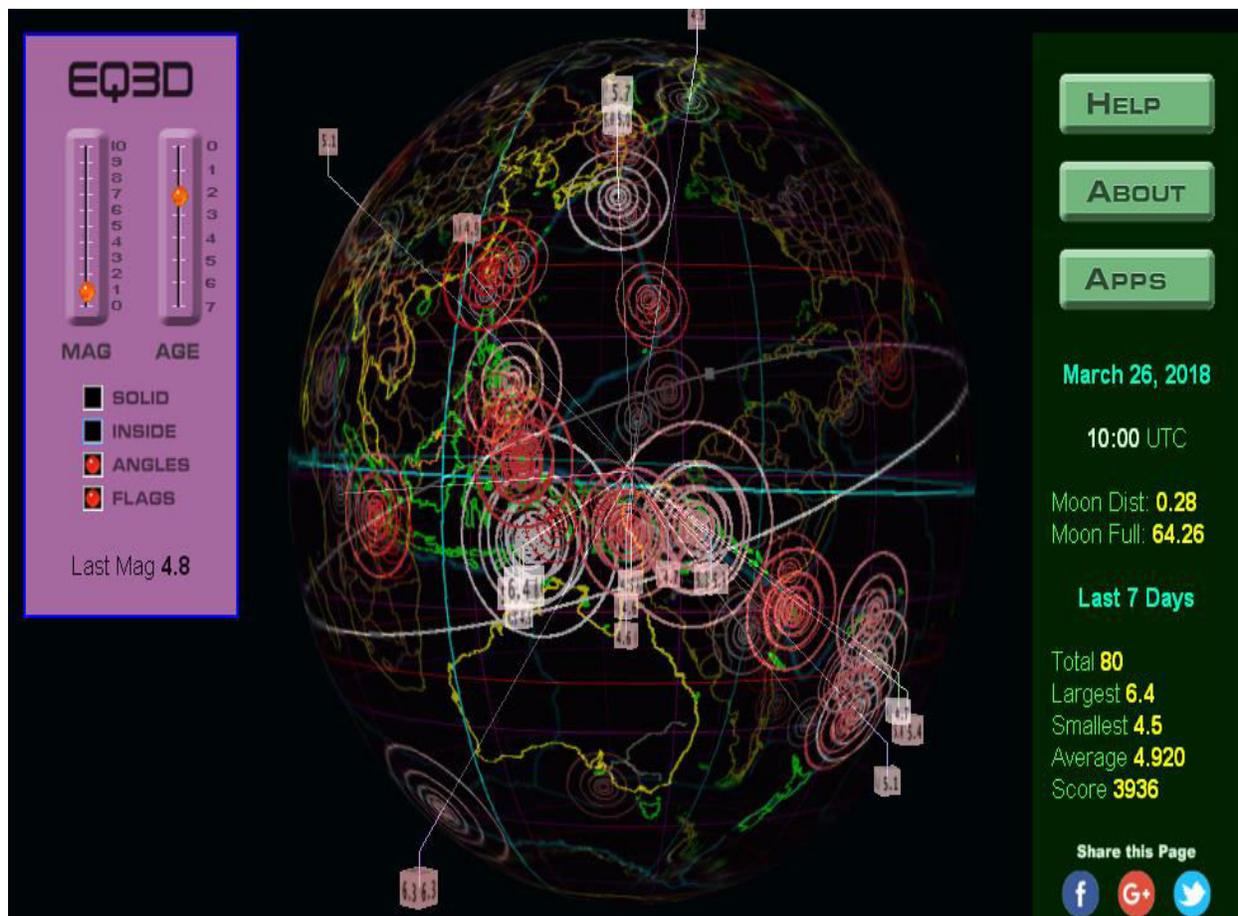


Tampilan fitur flags

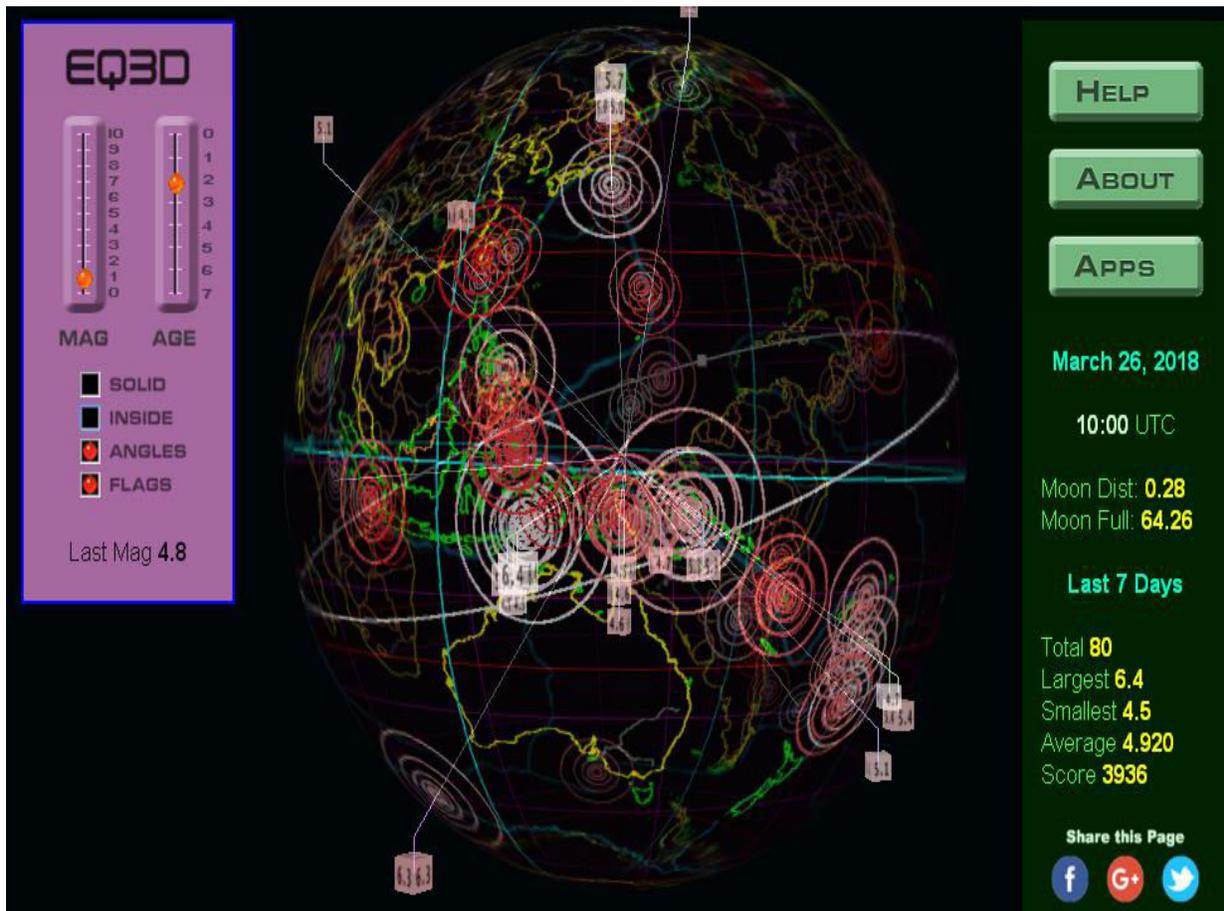


Tampilan fitur flags dalam kondisi tidak menunjukkan tanda adanya bendera karena belum dioperasikan fungsi kejadian gempa dengan Mag dan Age tertentu.

Pengaturan Mag dan Age digunakan untuk mengetahui kejadian gempa berdasarkan waktu dan magnitude. Berikut adalah contoh penerapan kejadian gempa dengan magnitude sebesar 2 dan dengan waktu 1 hari sebelum hari ini. Cara interpretasi tampilan sama seperti interpretasi program Earthquake 3D versi gratis yang telah dibahas sebelumnya. Dengan mengoperasikan fungsi Mag dan Age maka tampilan kejadian gempa seperti berikut dengan semua fungsi aktif yaitu solid, inside, angles, dan flags. Apabila ingin mengetahui kejadian gempa dengan magnitude terendah maka dapat dapat difungsikan Mag ke arah 1 dan apabila ingin mengetahui tingkat gempa yang lebih tinggi maka dapat difungsikan Mag ke arah 10. Demikian halnya untuk mengetahui kejadian gempa maksimal di 7 hari terakhir maka tinggal menyesuaikan pada batasan Age.



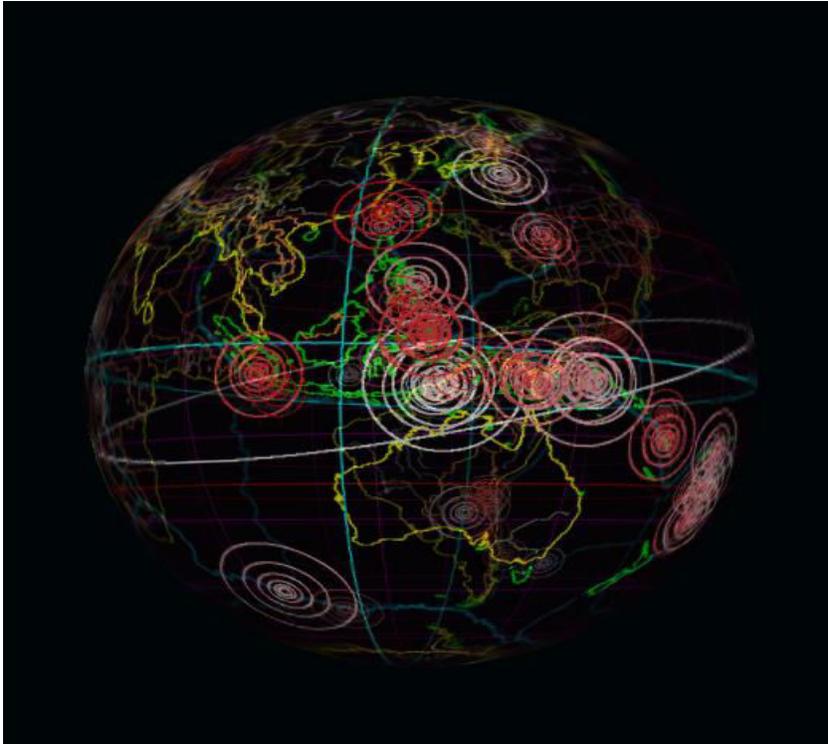
Berikut adalah tampilan program Earthquake 3D dengan pengaturan Mag gempa terendah yaitu 1, dan Age tertinggi yaitu 7.



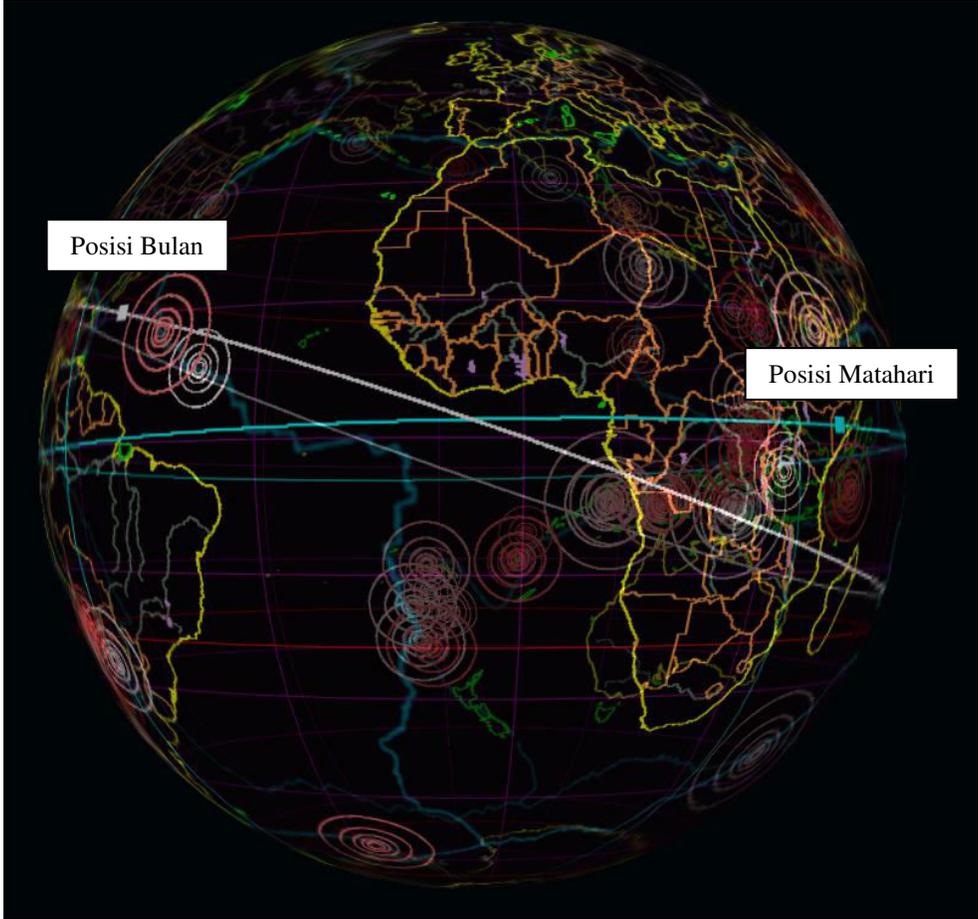
Berdasarkan tampilan program Earthquake 3D dapat diketahui dalam waktu 7 hari terakhir berdasarkan patokan tanggal akses 26 Maret 2018 terjadi sebanyak 80 kejadian gempa bumi di dunia, dengan tingkat magnitudo tertinggi adalah 6,4 SR dan tingkat magnitudo terendah sebesar 4,5 SR.

Pada program Earthquake 3D juga terdapat informasi astronomi mengenai bulan dan matahari. Informasi Moon Dist merupakan singkatan dari Moon Distance yaitu jarak antara bulan dan bumi. Jarak bulan dan bumi direpresentasikan dengan angka 0 hingga 1. Angka 0 menggambarkan jarak sedekat mungkin antara bulan dan bumi. Angka 1 menggambarkan jarak terjauh antara bulan dan bumi. Angka 0,5 menggambarkan jarak rata-rata antara bulan dan bumi. Berdasarkan data tanggal 26 Maret 2018 jarak antara bulan dan bumi ditampilkan angka 0,28 yang artinya jarak antara bulan dan bumi terkategori dekat.

Moon Full merupakan gambaran dari bulan penuh yaitu posisi (bukan iluminasi). Angkanya ditunjukkan dari 0 sampai 100. Angka 0 menunjukkan bulan baru. Angka 100 menunjukkan bulan penuh. Pada tanggal 26 Maret 2018 Moon Full ditampilkan angka 64,26 artinya termasuk bulan yang tidak bisa dikatakan penuh ataupun baru. Beberapa bulan yang lalu baru saja terjadi fenomena bulan penuh.



Pada program Earthquake 3D dapat ditampilkan juga orbit bulan dan matahari. Orbit bulan ditampilkan di permukaan bumi dengan cincin berwarna putih. Sedangkan orbit matahari ditampilkan dengan cincin warna biru (cyan). Posisi bulan dan matahari saat ini dapat diketahui dengan adanya kotak kecil di garis orbit bulan dan matahari.



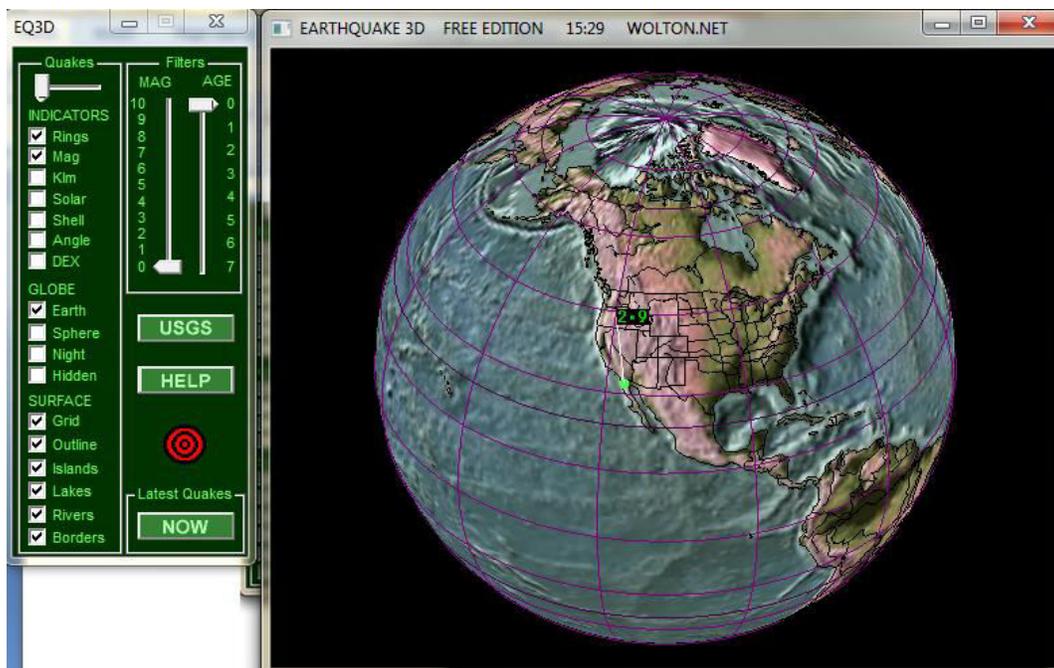
APLIKASI PROGRAM THE EARTHQUAKE 3D

Berikut adalah contoh-contoh aplikasi program The Earthquake 3D yang meliputi waktu kejadian gempa, kekuatan gempa, dan lokasi kejadian gempa.

Identifikasi Gempa yang Terjadi Hari Ini

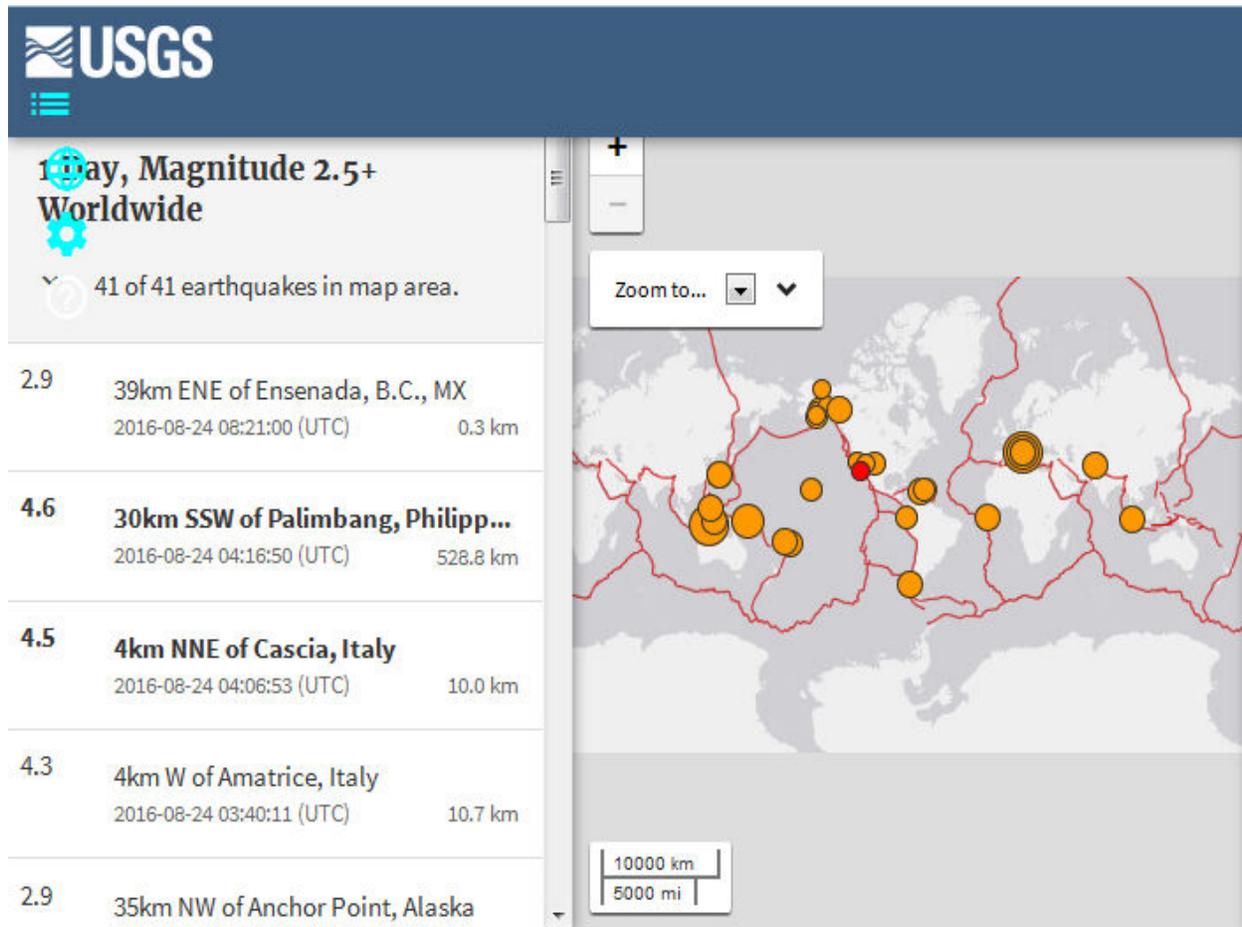
Langkah-langkahnya sebagai berikut.

1. Pada Indicators klik Rings dan Mag.
2. Pada Globe klik Earth.
3. Pada Surface klik semua fasilitas yang ada.
4. Pada Filters aturlah Mag 0, artinya akan mengidentifikasi semua kejadian gempa dengan kekuatan di atas 0 SR.
5. Pada Filters aturlah Age 0, yang menunjukkan waktu kejadian gempa hari ini.
6. Tampilan jendela program The Earthquake 3D sebagai berikut.



Mengacu pada jendela program Earthquake 3D maka pada tanggal 24 Agustus 2016 terdapat kejadian gempa dengan skala 2,9 SR. **Untuk mengetahui lebih rinci data identifikasinya klik USGS.**

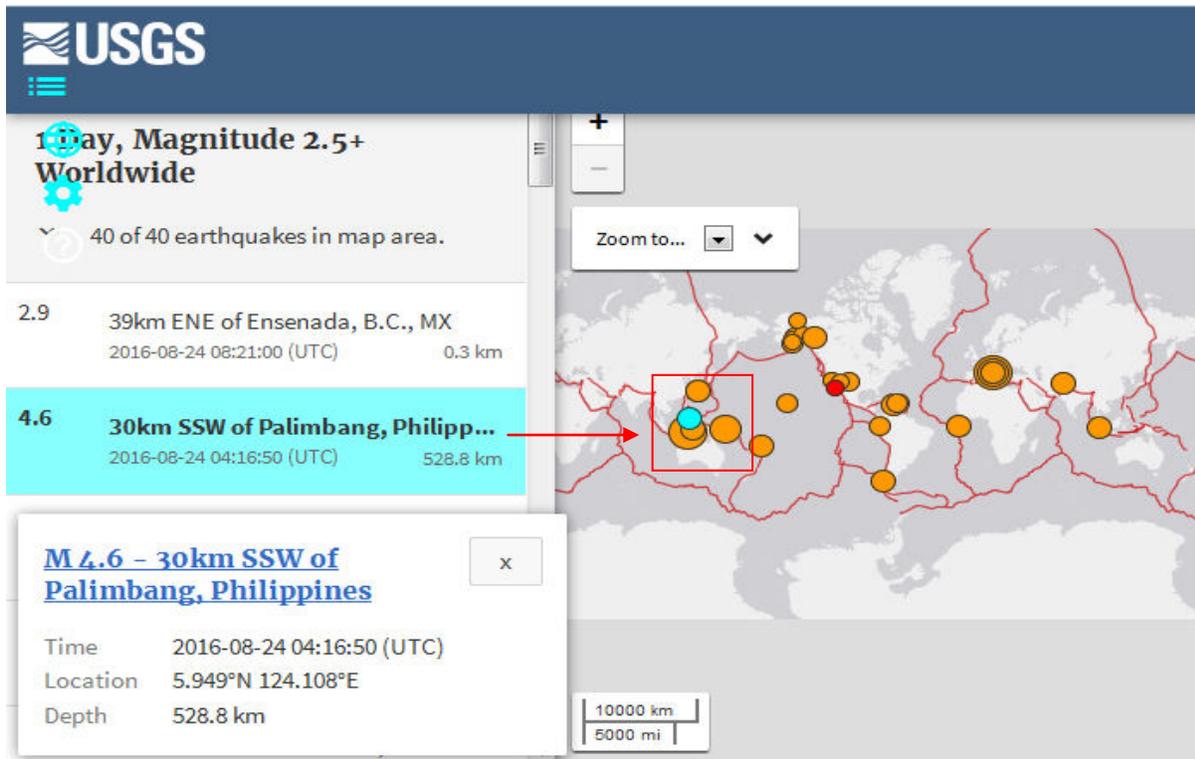
Tampilannya sebagai berikut.



Mengacu pada output tampilan USGS, didapatkan data bahwa terdapat 41 kejadian gempa yang terjadi pada tanggal 24 Agustus 2016. Beberapa kejadian gempa lokasinya sebagai berikut.

Lokasi	Kekuatan (SR)	Kedalaman (Km)
39 Km ENE dari Ensenada BC	2,9	0,3
30 Km SSW dari Palimbang, Filipina	4,6	528,8
4 Km NNE dari Cascia, Italia	4,5	10,0
4 Km W dari Amatrice, Italia	4,3	10,7

Untuk mengetahui lebih detail kejadian gempa, maka dapat mengklik pada masing-masing lokasi di tampilan output USGS. Misalnya saja ingin mengetahui lebih detail kejadian gempa di 30 Km SSW dari Palimbang Filipina, maka klik tampilan tersebut dan outputnya sebagai berikut.



Mengacu pada tampilan tersebut dapat diperoleh informasi yang lebih detail kejadian gempa yang terjadi di 30 Km SSW dari Palimbang Filipina yaitu kejadian gempanya terjadi pada tanggal 24 Agustus 2016, pukul 04 lebih 16 menit, 50 detik (UTC), dengan lokasi 5,949 derajat Lintang Utara dan 124 derajat bujur timur, pada kedalaman 528,8 Km.

Tampilan detilnya dapat dilanjutkan dengan mengklik pada tampilan lokasi gempa sehingga akan menunjukkan informasi sebagai berikut.

Earthquake Hazards Program

M4.6 - 30km SSW of Palimbang, Philippines

2016-08-24 04:16:50 UTC

5.949°N 124.108°E

528.8 km depth

[Interactive Map](#)



Contributed by US¹

[Regional Information](#)



Contributed by US¹

[Felt Report - Tell Us!](#)



Responses

Contribute to citizen science.

Please [tell us](#) about your experience.

Citizen Scientist Contributions

Klik pada Regional Information untuk mengetahui informasi secara detail tentang lokasi gempa sebagai berikut.

M4.6 – 30km SSW of Palimbang, Philippines

2016-08-24 04:16:50 UTC | 5.949°N 124.108°E | 528.8 km depth

Nearby Places

Direction data (below) indicate the position of the event relative to the place.

Palimbang, Philippines

30.2 km (18.8 mi) SSW Population: 4,858

Kiamba, Philippines

57.3 km (35.6 mi) W Population: 10,979

Kalamansig, Philippines

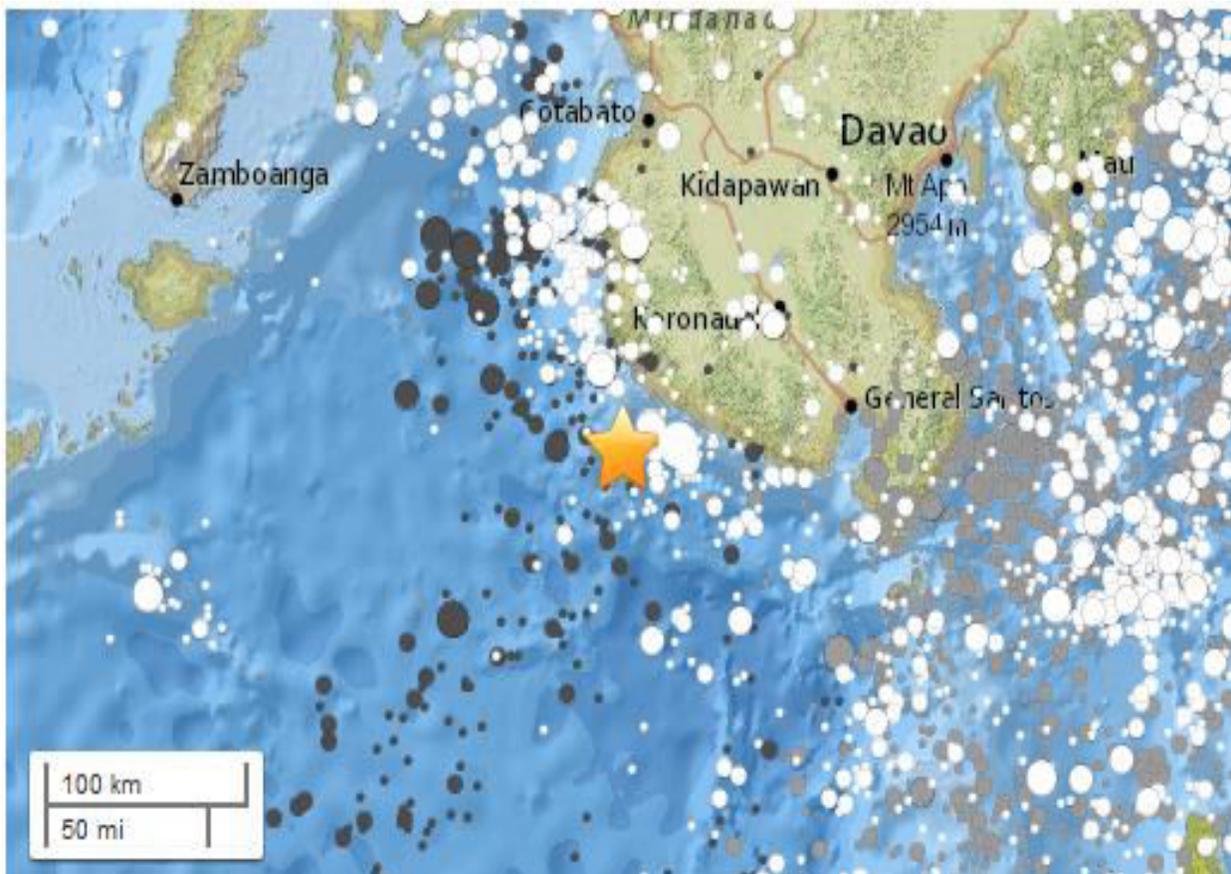
66.9 km (41.6 mi) S Population: 12,821

Sebu, Philippines

71.4 km (44.3 mi) WSW Population: 21,767

Koronadal, Philippines

102.1 km (63.5 mi) SW Population: 125,502



Berikut berita yang menggambarkan terjadinya gempa di Amatrice, Italia

© 24 Agustus 2016

Kirim



Penduduk Kota Amatrice bereaksi usai gempa melanda.

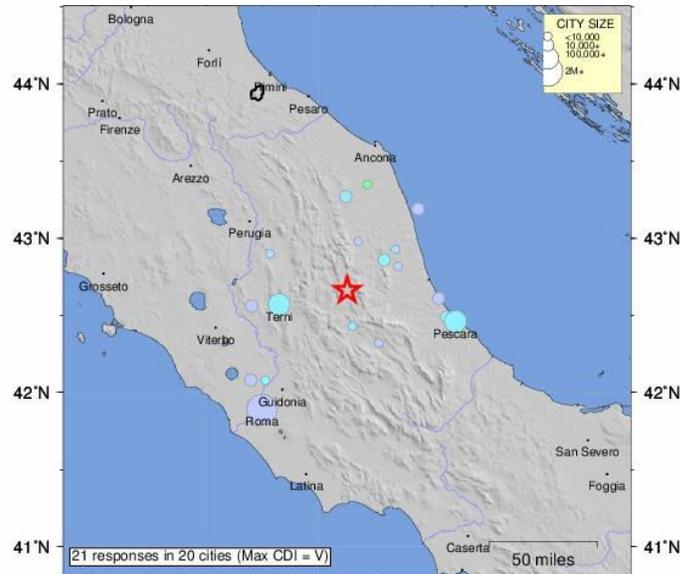


Di Kota Amatrice, menurut wali kota, separuh wilayah telah lenyap.

Sumber : http://www.bbc.com/indonesia/dunia/2016/08/160824_dunia_italia_gempa

Gempa yang terjadi di Amatrice, Italia pada tanggal 24 Agustus 2016 masih disertai dengan gempa susulan pada tanggal 26 Agustus 2016, dengan kemungkinan kerusakan yang ditimbulkan pada skala V.

2.7	25km NW of San Antonio, Puerto R...	2016-08-26 06:57:05 (UTC)	29.0 km
4.9	96km SE of Ile Hunter, New Cale...	2016-08-26 06:07:29 (UTC)	10.0 km
4.6	11km SSW of San Andres, Colom...	2016-08-26 04:55:14 (UTC)	158.7 km
4.7	5km NW of Amatrice, Italy	2016-08-26 04:28:27 (UTC)	10.0 km
4.7	12km ESE of Rocafuerte, Ecuador	2016-08-26 04:25:29 (UTC)	10.0 km
2.8	8km ENE of Caldwell, Kansas	2016-08-26 04:23:34 (UTC)	5.0 km

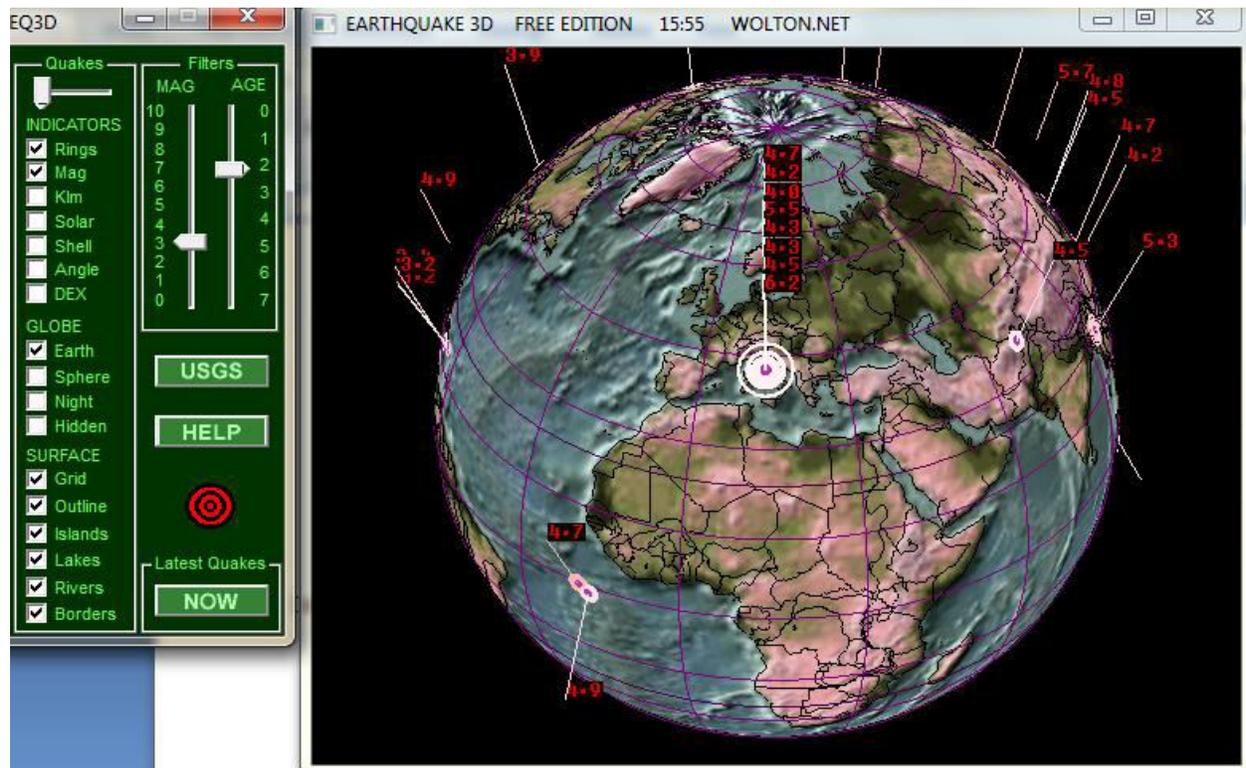


SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

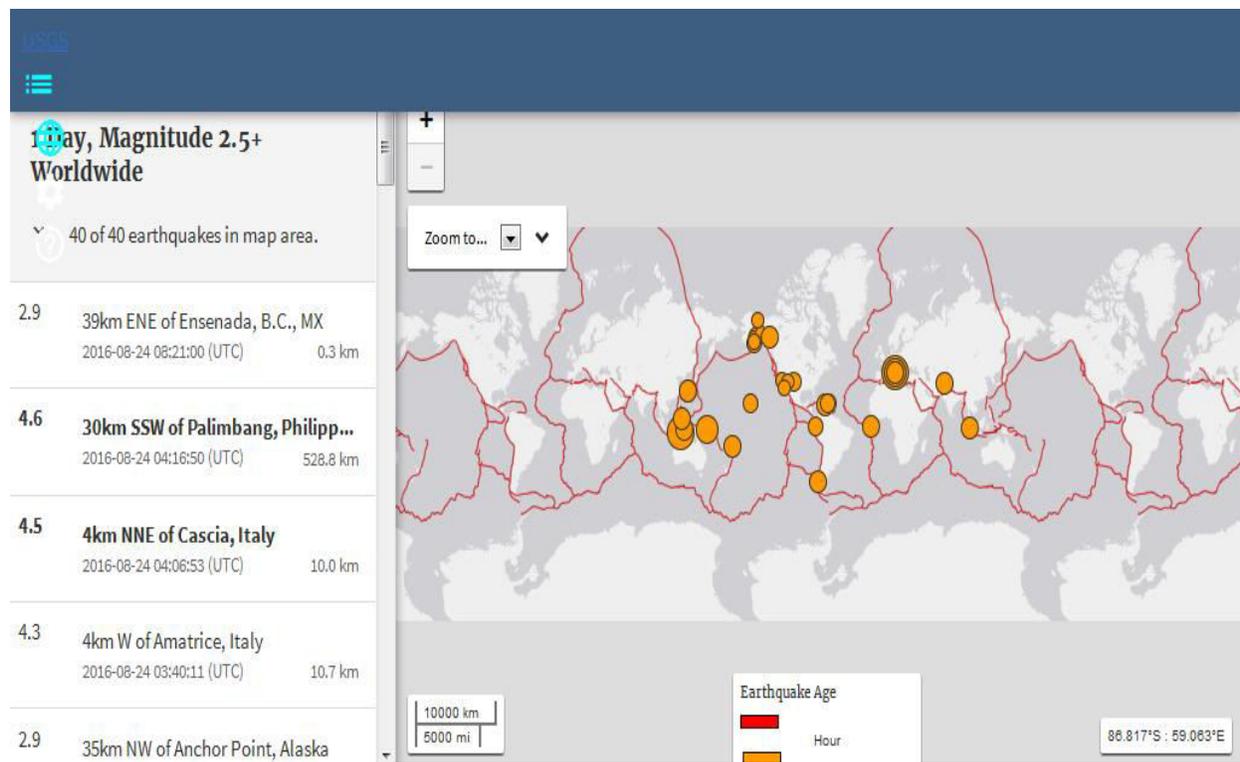
Identifikasi Gempa yang Terjadi Dalam Rentang 2 Hari yang Lalu dengan Kekuatan di atas 2 SR

Langkah-langkahnya sebagai berikut.

1. Pada Indicators klik Rings dan Mag.
2. Pada Globe klik Earth.
3. Pada Surface klik semua fasilitas yang ada.
4. Pada Filters aturlah Mag 3, artinya akan mengidentifikasi semua kejadian gempa dengan kekuatan di atas 3 SR.
5. Pada Filters aturlah Age 2, yang menunjukkan waktu kejadian gempa dalam rentang 2 hari ini (antara tanggal 22-24 Agustus 2016).
6. Tampilan jendela program The Earthquake 3D sebagai berikut.



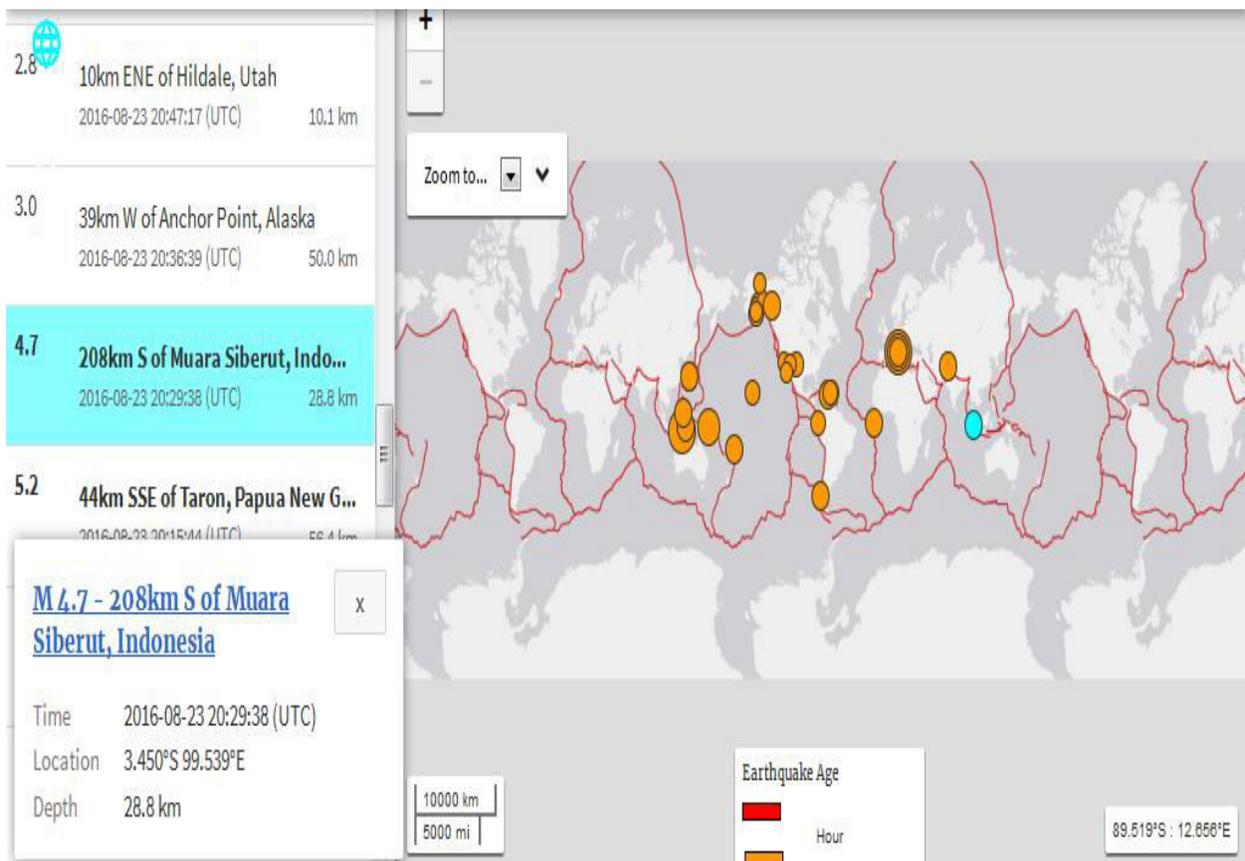
7. Klik USGS untuk tampilan secara lebih detil, sehingga tampilannya sebagai berikut.



Mengacu pada output tampilan USGS, didapatkan data bahwa terdapat 40 kejadian gempa yang terjadi antara tanggal 22-24 Agustus 2016. Beberapa kejadian gempa lokasinya sebagai berikut.

Lokasi	Tanggal	Kekuatan	Kedalaman
30 Km SSW dari Palimbang, Filipina	24 Agustus 2016	4,6 SR	528,8 Km
4 Km NNE dari Cascia, Italia	24 Agustus 2016	4,5 SR	10,0 Km
144 Km NE dari Naze, Jepang	23 Agustus 2016	4,5 SR	21,2 Km
208 Km S dari Muara Siberut, Indonesia	23 Agustus 2016	4,7 SR	28,8 Km

Untuk mengetahui lebih detail kejadian gempa, maka dapat mengklik pada masing-masing lokasi di tampilan output USGS. Misalnya saja ingin mengetahui lebih detail kejadian gempa di 208 Km S dari Muara Siberut Indonesia, maka klik tampilan tersebut dan outputnya sebagai berikut.



Mengacu pada tampilan tersebut dapat diperoleh informasi yang lebih detail kejadian gempa yang terjadi di 208 Km S dari Muara Siberut Indonesia yaitu kejadian gempanya terjadi pada tanggal 23 Agustus 2016, pukul 20 lebih 29 menit, 38 detik (UTC), dengan lokasi 3,450 derajat Lintang Selatan dan 99,539 derajat bujur timur, pada kedalaman 28,8 Km.

Tampilan detilnya dapat dilanjutkan dengan mengklik pada tampilan lokasi gempa sehingga akan menunjukkan informasi sebagai berikut.



Earthquake Hazards Program

M4.7 - 208km S of Muara Siberut, Indonesia

2016-08-23 20:29:38 UTC | 3.450°S 99.539°E | 28.8 km depth

[Interactive Map](#)



Contributed by US¹

[Regional Information](#)



Contributed by US¹

[Felt Report - Tell Us!](#)

0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---

Responses

Contribute to citizen science.
Please [tell us](#) about your experience.

Citizen Scientist Contributions

Klik pada Regional Information untuk mengetahui informasi secara detil tentang lokasi gempa sebagai berikut.

M4.7 – 208km S of Muara Siberut, Indonesia

2016-08-23 20:29:38 UTC | 3.450°S 99.539°E | 28.8 km depth

Nearby Places

Direction data (below) indicate the position of the event relative to the place.

Muara Siberut, Indonesia

208.1 km (129.3 mi) S Population: 0

Sungai Penuh, Indonesia

257.3 km (159.9 mi) SW Population: 95,913

Padang, Indonesia

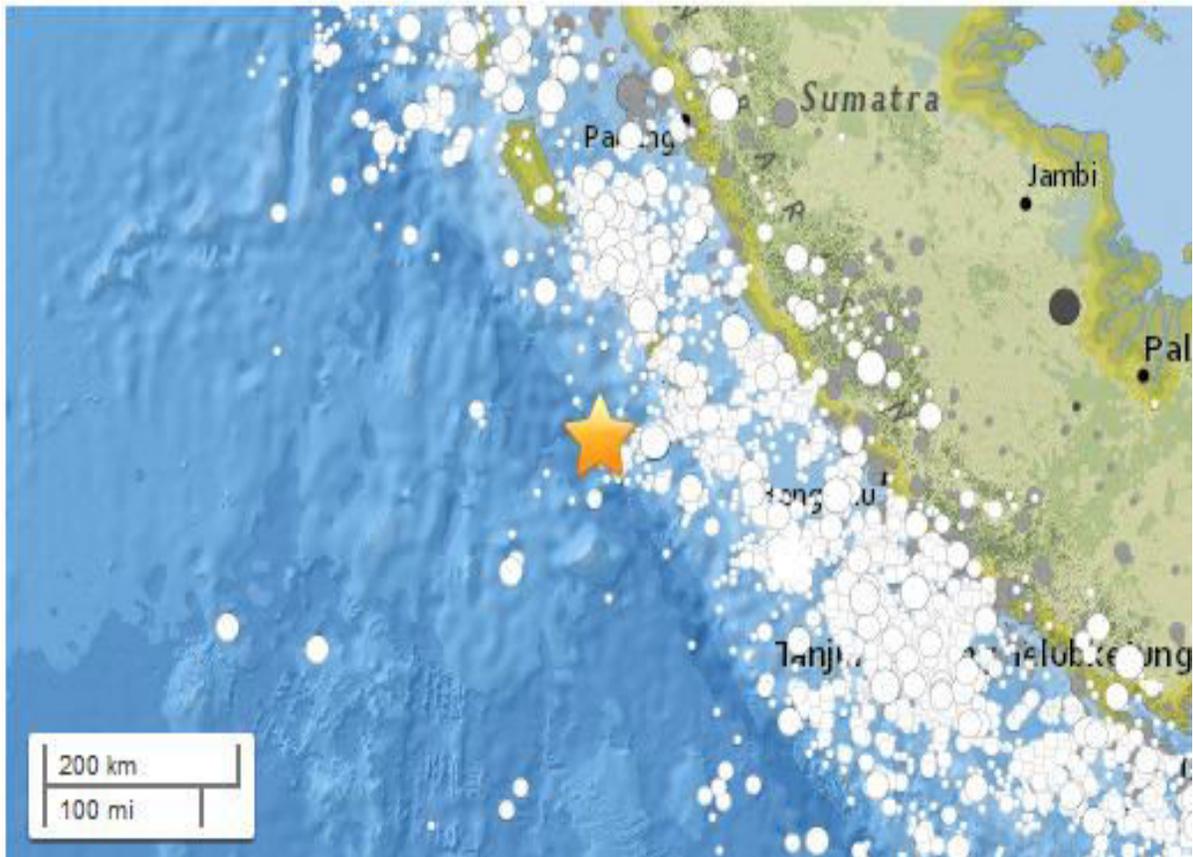
291.1 km (180.9 mi) SSW
Population: 840,352

Bengkulu, Indonesia

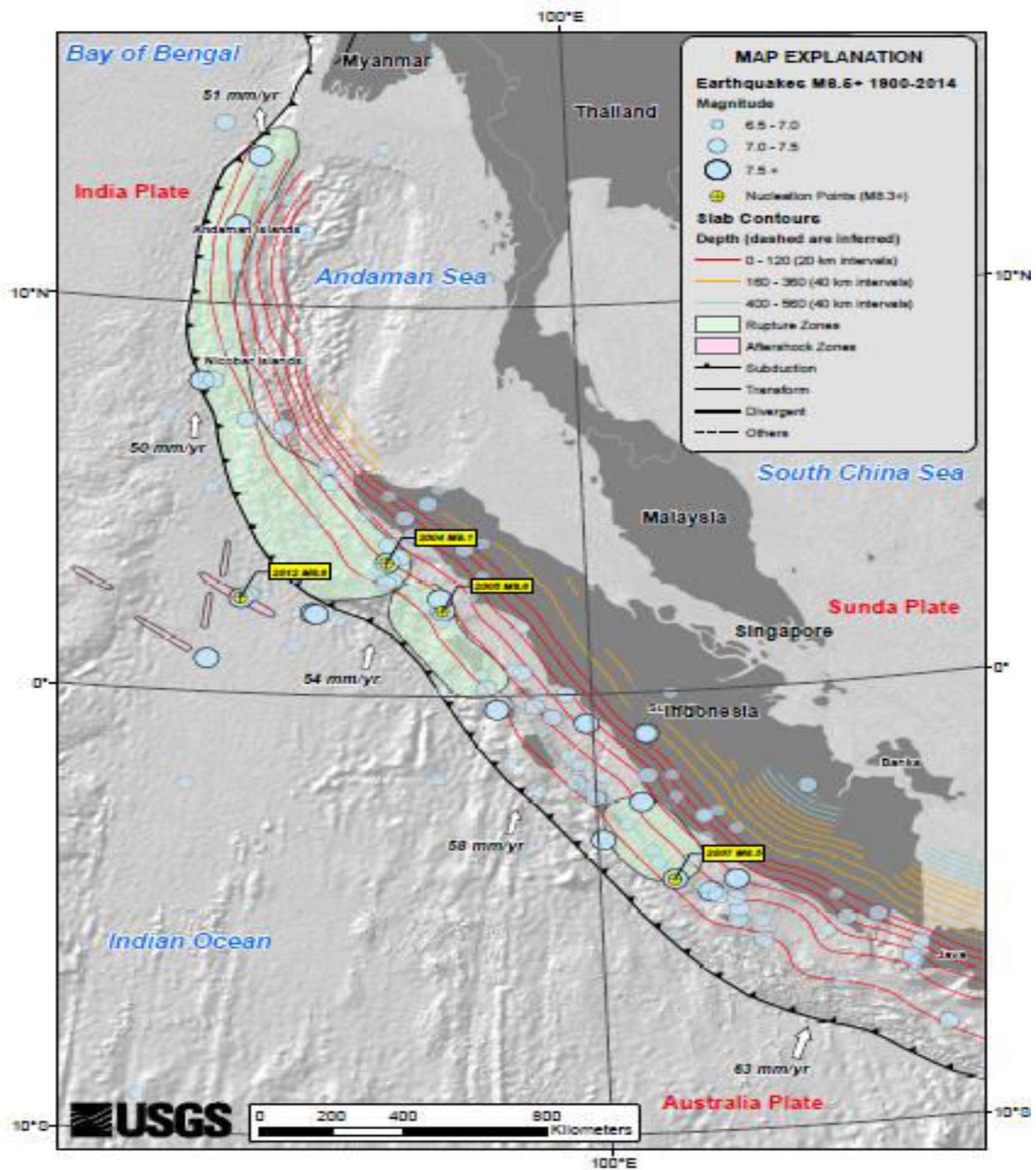
305.4 km (189.8 mi) W Population: 309,712

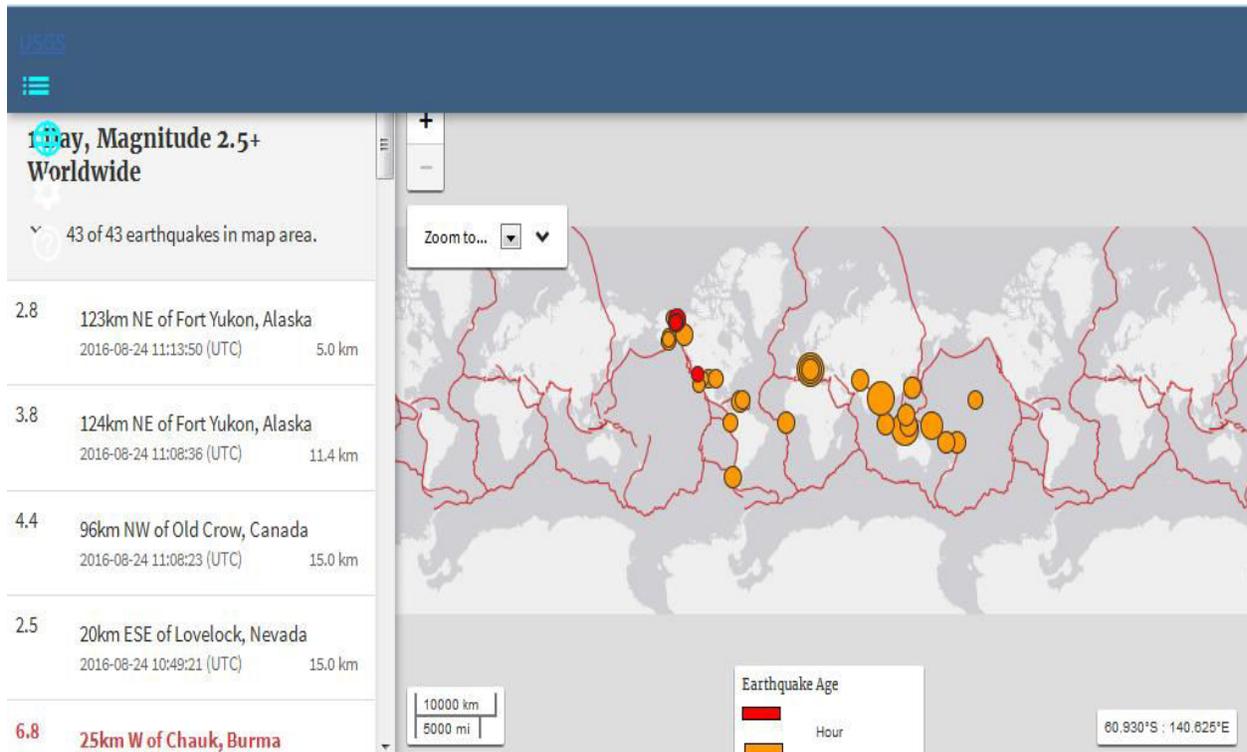
Solok, Indonesia

318.3 km (197.8 mi) SSW
Population: 48,372



Seismotectonics of the Sumatra Region





Mengacu pada output tampilan USGS, didapatkan data bahwa terdapat 43 kejadian gempa yang terjadi 7 hari terakhir.

Gambaran Gempa Bumi di Indonesia dalam Rentang 7 Hari Terakhir

1. Gempa Bumi di Muara Siberut

(Gempa Bumi ini telah dibahas pada bagian sebelumnya)

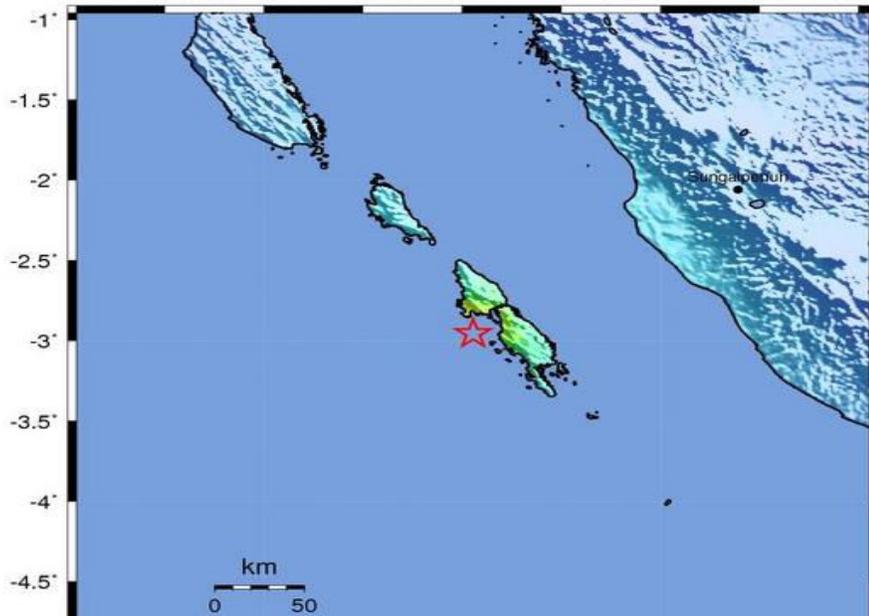
2. Gempa Bumi di Sungaipenuh

M 5.8 - 176km WSW of Sungaipenuh, Indonesia



Time 2016-08-24 13:48:44 (UTC)
 Location 2.957°S 100.055°E
 Depth 17.1 km

USGS ShakeMap : KEPULAUAN MENTAWAI REGION, INDONESIA
 Aug 24, 2016 13:48:44 UTC M 5.8 S2.96 E100.05 Depth: 17.1km ID:us10006gf0



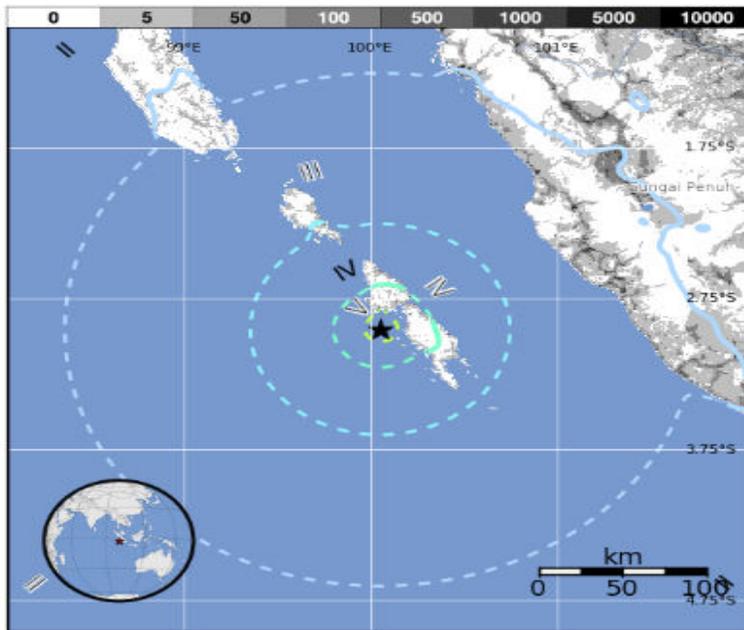
Gempa bumi ini terjadi pada tanggal 24 Agustus 2016, pukul 13 lebih 48 menit, 44 detik dengan kekuatan gempa 5,8 SR. Mengacu pada identifikasi program The Earthquake 3D terdapat informasi gempa skala VI maka dampak kerusakannya dapat dikategorikan ringan (light).

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<0.05	0.3	2.8	6.2	12	22	40	75	>139
PEAK VEL.(cm/s)	<0.02	0.1	1.4	4.7	9.6	20	41	86	>178
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based upon Worden et al. (2012)

Dampaknya gempa bumi yang terjadi di Sungai Penuh bisa dirasakan hingga lokasi tertentu dengan informasi sebagai berikut.

Earthquake Shaking



Gempa Sungai Penuh Tidak Pengaruhi Gunung Kerinci

Rabu, 28 Agst 2013 17:12:37 WIB

Pewarta: Antaranews

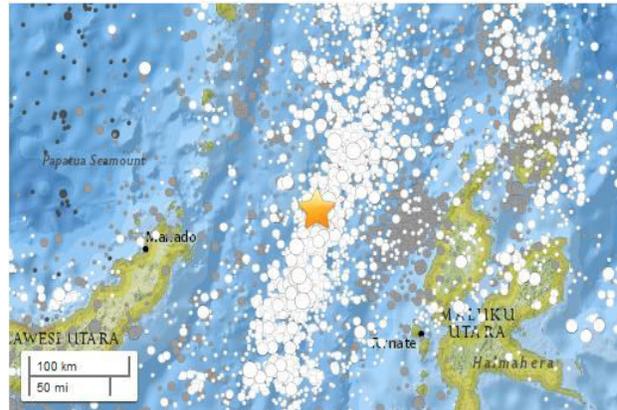


Padang Aro, ANTARA Jateng - Gempa yang terjadi sekitar 74 kilometer barat laut Sungai Penuh Jambi, Rabu, pukul 12.43.45 WIB, dengan kekuatan 5,5 Skala Richter (SR) tidak mempengaruhi aktivitas Gunung Kerinci.

3. Gempa Bumi di Bitung

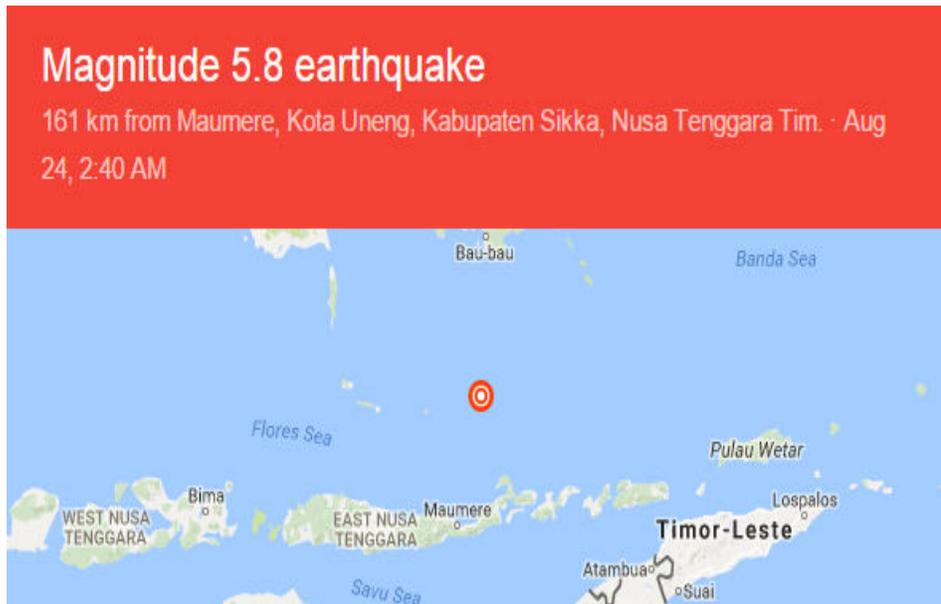
M 4.6 - 14.2km ENE of Bitung, Indonesia

Time 2016-08-24 09:47:01 (UTC)
Location 1.818°N 126.406°E
Depth 50.3 km

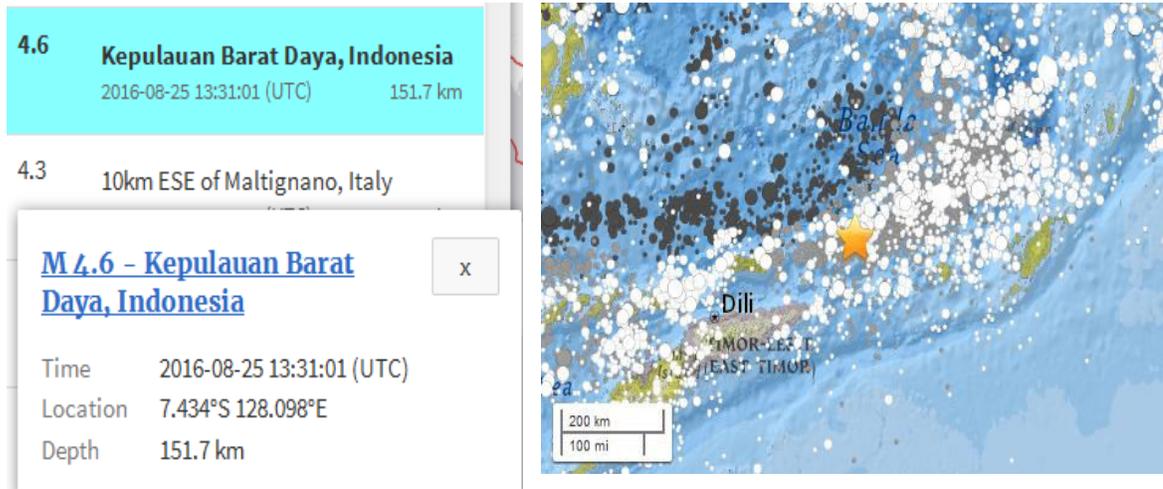


Gempa bumi ini terjadi pada tanggal 24 Agustus 2016 pada pukul 9 lebih 47 menit 1 detik dengan kekuatan gempa 4,6 SR.

4. Gempa Bumi di Palue



5. Gempa Bumi di Barat Daya Indonesia



6. Gempa Bumi di Pacitan



Tabel 5.

Data gempa bumi di Indonesia (1 Agustus 2016 hingga 24 Agustus 2016)

#	Waktu Gempa	Lintang	Bujur	Magnitudo	Kedalaman	Wilayah
1	24-08-2016 20:48:45 WIB	-2.95	100.07	5.8	21 Km	155 km BaratDaya MUKOMUKO-BENGKULU
2	24-08-2016 02:39:43 WIB	-7.46	122.54	6.1	537 Km	105 km BaratLaut FLORESTIMUR-NTT
3	21-08-2016 07:42:52 WIB	-3.58	131.43	5.0	10 Km	134 km Tenggara SERAMBAGIANTIMUR-MALUKU
4	18-08-2016 18:19:17 WIB	-7.65	128.42	5.3	184 Km	229 km TimurLaut MALUKUBRTDAYA
5	17-08-2016 13:01:48 WIB	-10.47	124.53	5.0	10 Km	78 km Tenggara TIMORTENGAHSEL-NTT
6	14-08-2016 21:29:01 WIB	1.58	126.92	5.2	64 Km	79 km BaratLaut HALMAHERABARAT-MALUT
7	14-08-2016 11:18:47 WIB	-6.4	127.1	5.1	10 Km	175 km TimurLaut MALUKUBRTDAYA
8	13-08-2016 01:38:43 WIB	-3.27	127.37	5.0	24 Km	75 km TimurLaut BURU-MALUKU
9	13-08-2016 01:20:13 WIB	-9.68	119.94	5.5	27 Km	34 km Tenggara SUMBATENGAH-NTT
10	12-08-2016 15:30:06 WIB	-6.63	104.84	5.2	10 Km	129 km BaratDaya PESAWARAN-LAMPUNG
11	12-08-2016 14:17:16 WIB	-6.39	104.95	5.3	10 Km	100 km BaratDaya PESAWARAN-LAMPUNG
12	07-08-2016 21:02:40 WIB	-6.03	104.16	5.0	10 Km	92 km BaratDaya TANGGAMUS-LAMPUNG
13	06-08-2016 17:55:57 WIB	-7.15	129.34	5.3	187 Km	228 km BaratLaut MALUKUTENGGARABRT
14	05-08-2016 16:40:56 WIB	-5.72	100.57	5.5	140 Km	284 km BaratDaya BENGKULU-BENGKULU
15	04-08-2016 16:01:20 WIB	-4.25	143.49	5.5	10 Km	77 km BaratDaya WEWAK-PNG
16	02-08-2016 02:40:06 WIB	1.65	95.59	5.1	10 Km	120 km BaratDaya KAB-SIMEULUE-ACEH
17	01-08-2016 06:40:01 WIB	-8.23	117.86	5.6	18 Km	63 km BaratLaut DOMPU-NTB

Sus

sumber : http://www.bmkg.go.id/BMKG_Pusat/Gempabumi_-_Tsunami/Gempabumi/gempabumi_terkini.bmkg#ixzz4IOBHRTmT

Pembelajaran yang dapat diperoleh melalui program The Earthquake 3D adalah gempa bumi dapat terjadi di mana saja dan kapan saja di belahan bumi ini. Program The Earthquake 3D merupakan bentuk penginderaan jarak jauh yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi bencana gempa bumi yang terjadi meliputi lokasi, tingkat gempa, dampak gempa, dan memuat sistem informasi geografis mengenai kesejarahan gempa di suatu lokasi, karakteristik daerah, dan informasi penunjangnya. Program The Earthquake 3D tidak dapat digunakan untuk memprediksi kapan terjadinya gempa sesuai dengan fenomena gempa yang tidak dapat diprediksi. Namun dengan mempelajari kesejarahan gempa bumi melalui program The Earthquake 3D memberikan manfaat untuk lebih siaga terhadap bencana gempa bumi. Data menunjukkan gempa bumi dapat terjadi kapan saja, dapat terjadi di mana saja, dan hampir setiap hari terjadi gempa bumi.

Berdasarkan data BMKG di Indonesia dalam waktu 1 Agustus 2016 hingga 24 Agustus 2016 telah terjadi gempa bumi sebanyak 17 kali. Periode bulan Januari 2017 hingga bulan Januari 2018 tercatat sekitar 140 gempa yang apabila dibuat rata-rata terjadinya gempa di Indonesia adalah terjadi lima kali gempa setiap bulannya baik gempa dangkal ataupun gempa dalam. Dengan demikian membuktikan bahwa Indonesia memiliki hazards yang tinggi terjadi gempa bumi. Kekuatan dan kedalamannya juga bervariasi sehingga kita perlu siaga dalam menghadapi bencana gempa bumi. Kesiapsiagaan terhadap bencana gempa bumi dapat kita lakukan melalui mitigasi bencana. Mitigasi adalah upaya yang dilakukan untuk mencegah atau mengurangi resiko dari bencana. Bencana tidak dapat dicegah karena sudah merupakan bagian dari dinamika kehidupan bumi yang mengalami proses rotasi. Bencana selalu akan memberikan dampak baik kematian, kerusakan fisik atau dampak psikologis, namun melalui mitigasi bencana maka dampak-dampak tersebut berusaha diminimalisir.

MITIGASI BENCANA GEMPA BUMI

Mitigasi Bencana Gempa Bumi

Sesuai teori risiko adalah fungsi dari *hazards* dan *vulnerability*, maka fokus menghadapi kebencanaan adalah mitigasi bencana, yaitu upaya yang dilakukan untuk mencegah atau mengurangi risiko dari bencana. Bencana tidak dapat dicegah karena sudah merupakan bagian dari dinamika kehidupan bumi yang mengalami proses rotasi. Bencana selalu akan memberikan dampak baik kematian, kerusakan fisik atau dampak psikologis, namun melalui mitigasi bencana maka dampak-dampak tersebut berusaha diminimalisir (Yuwanto, 2017).

Terdapat dua bentuk mitigasi bencana, yaitu struktural dan non struktural. Struktural berfokus pada penataan ruang fisik daerah rawan bencana, pembuatan peta rawan bencana, pembuatan dam atau tanggul pengaman, pembuatan jalur pengungsian, penyiapan sarana dan prasarana yang dibutuhkan pada saat bencana terjadi, termasuk transportasi pengungsian, penyedia layanan kesehatan, penyedia kebutuhan logistik, dan sejenisnya. Sedangkan upaya lain yang tidak termasuk dalam bagian struktural disebut dengan mitigasi non struktural yaitu berupa kebijakan atau peraturan mengenai daerah rawan bencana misalnya adanya kebijakan dilarang membuat pemukiman atau bermukim di daerah rawan bencana, program-program kesiapsiagaan terhadap bencana, penerapan sekolah aman dari bencana, pembuatan buku panduan atau video penanganan bencana, dan upaya yang sejenisnya (Yuwanto, 2017).

Tujuan mitigasi bencana gempa bumi adalah pengurangan risiko bencana gempa bumi. Bentuk-bentuk program yang telah dilakukan untuk mitigasi bencana gempa bumi antara lain pemetaan wilayah rawan gempa bumi, relokasi pemukiman penduduk yang rawan mengalami gempa bumi, pembuatan prediksi gempa bumi, peraturan konstruksi tahan gempa, pembuatan jalur evakuasi dan rambu evakuasi, penyiapan alat mitigasi, pembentukan satuan tugas, dan pendidikan serta latihan mitigasi gempa bumi (Supriyono, 2014).

Peran psikologi bencana dalam mitigasi dapat meliputi dua bentuk tersebut yaitu struktural dan non struktural. Pada mitigasi struktural peran psikologi bencana nampak pada pendukung kebijakan atau peraturan yang telah dibuat mengenai kerawanan bencana. Misalnya

membantu sosialisasi kepada masyarakat yang tinggal di daerah rawan bencana mengenai ancaman yang mungkin dapat dialami ketika tinggal di daerah rawan bencana. Pada bentuk mitigasi non struktural peran psikologi bencana terlihat melalui program-program yang dilakukan untuk penyadaran kemampuan masyarakat akan potensi menghadapi bencana, meningkatkan kemampuan resiliensi masyarakat rawan bencana atau yang belum pernah mengalami bencana (Yuwanto, Adi, Pamudji, & Santoso, 2014). Pada fase bencana yaitu bencana telah terjadi, peran psikologi bencana berfokus pada *psychological first aid*, yaitu upaya pertama penanganan psikologis pada korban bencana yang meliputi tiga hal yaitu *physical health (restore safety)*, *psychological health (facilitate function)*, dan *behavioral health (empower action)* (Minnesota Departement of Health, 2013).

Mitigasi bencana gempa bumi dapat dilakukan dengan tiga tahapan yaitu sebelum terjadi, ketika berlangsung dan setelah terjadi gempa bumi. Ilmu psikologi memegang peranan yang penting dalam proses mitigasi bencana dalam program *psychological first aid* (PFA). Psychological first aid adalah Minnesota Departement of Health (2013) mendefinisikan *psychological first aid* sebagai bentuk penanganan psikologis yang dapat diberikan kepada penyintas kejadian traumatis, bencana, atau *personal crisis* untuk membantu proses resiliensi. Mengacu pada definisi tersebut maka *psychological first aid* arahnya adalah kuratif atau bentuk penanganan terhadap penyintas bencana. Seiring dengan perkembangannya, dalam bentuk pengurangan risiko bencana, maka *psychological first aid* dapat dilakukan sebagai bentuk edukasi sebelum bencana dengan pembekalan atau peningkatan kapasitas individu atau komunitas baik di daerah rawan bencana ataupun belum terdampak bencana dalam menghadapi bencana (Yuwanto, 2017).

Psychological first aid terdiri atas tiga komponen yaitu *physical health*, *psychological health*, dan *behavioral health*. *Physical health* terdiri atas *safeguard* dan *sustain*. *Safeguard* adalah mengarah pada melindungi dari ancaman, membawa ke tempat yang aman, biasanya dalam praktek bentuknya adalah manajemen pengungsian seperti membuat jalur evakuasi yang aman, tempat pengungsian, dan pengaturan pengungsian, melakukan evakuasi, pertolongan pertama luka/cedera. *Sustain* merupakan bentuk pemenuhan kebutuhan dasar yang meliputi makanan, pakaian, dan tempat tinggal.

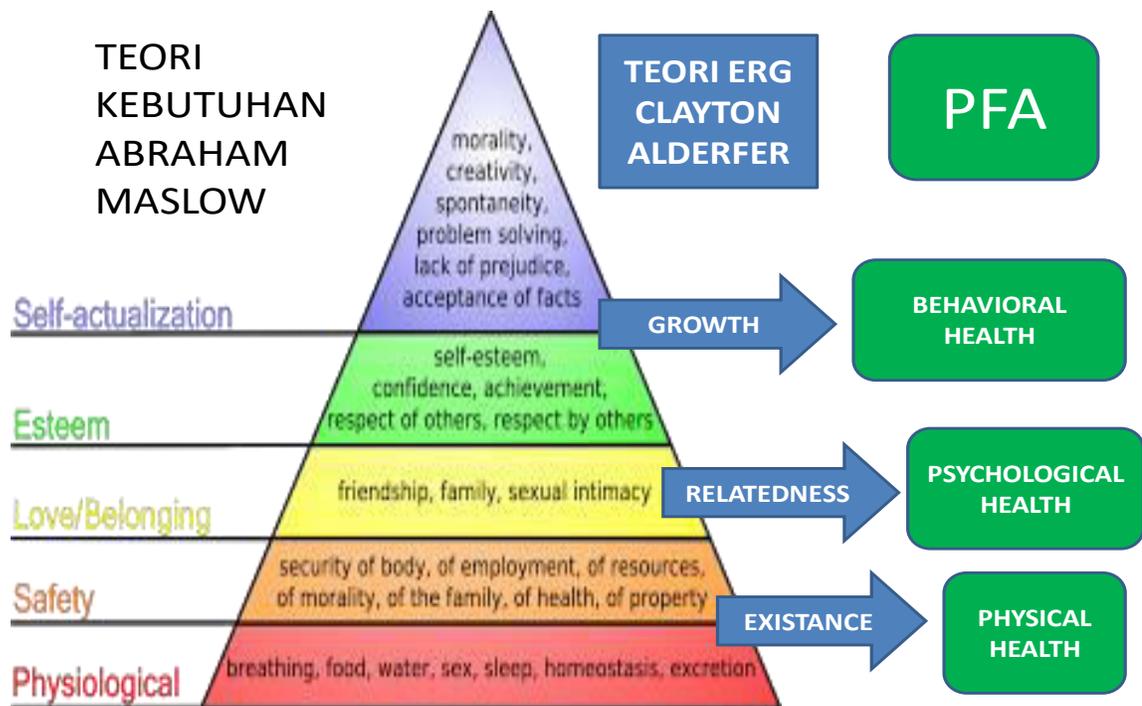
Psychological health terdiri atas *comfortable* dan *connect*. *Comfortable* yaitu upaya penanganan untuk membuat penyintas bencana dapat merasa nyaman. Sedangkan *connect*

mengacu pada hubungan penyintas bencana pada sumber-sumber yang memberi rasa aman dan nyaman secara psikologis.

Komponen terakhir yaitu *behavioral health* terdiri atas *educate* dan *empowerment*. *Educate* merupakan proses pengajaran kepada penyintas bencana untuk menampilkan perilaku/berperilaku sehat selama bencana dan hal-hal yang diperlukan seperti pembekalan ketrampilan untuk bangkit pasca bencana. *Empowerment* mengarah pada mendorong penyintas bencana melakukan perilaku sehat dan perilaku bangkit pasca bencana dengan menerapkan hal-hal yang telah diajarkan.

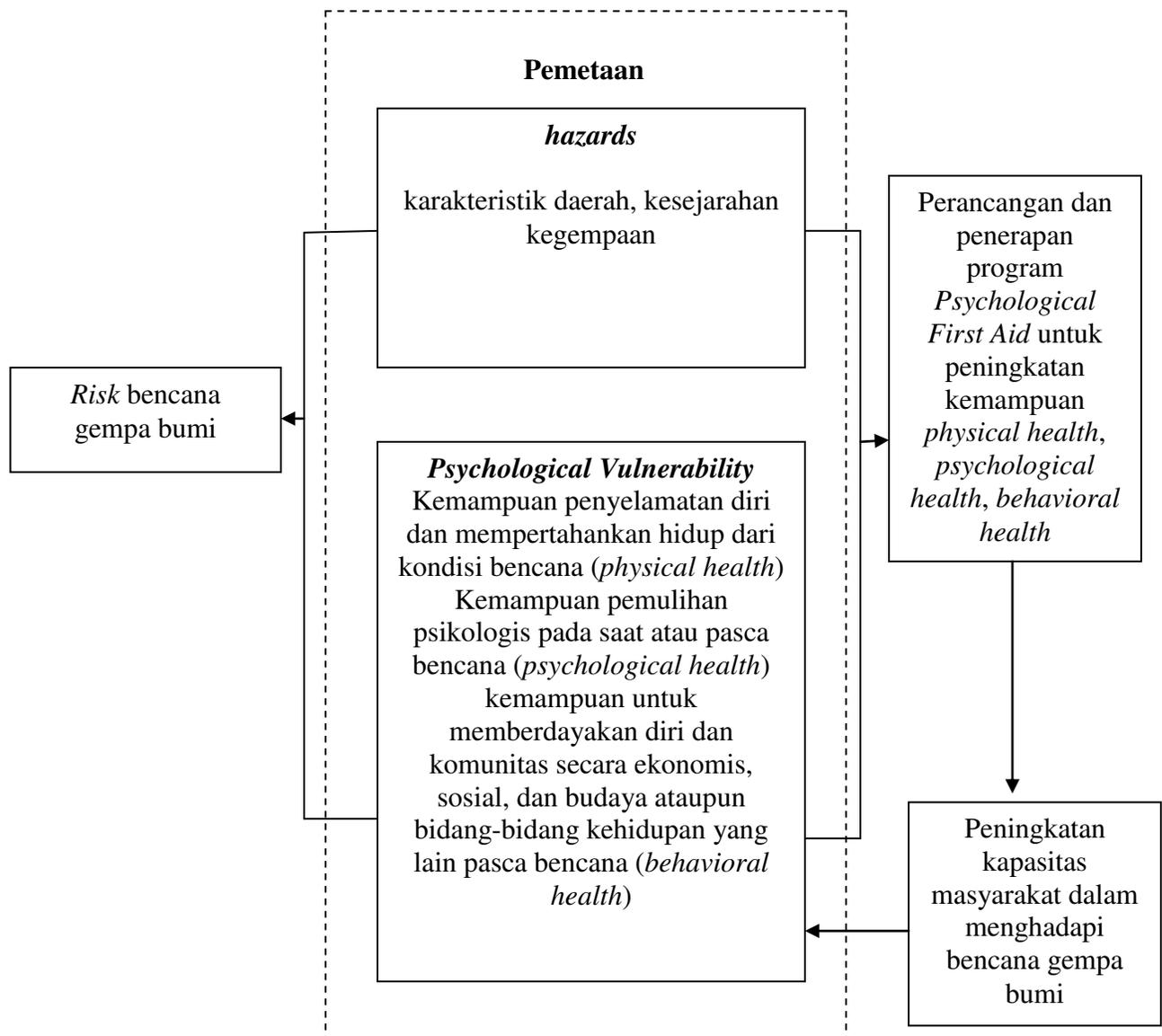
Dengan demikian *psychological first aid* tidak hanya berfokus pada kondisi psikologis penyintas bencana. Peran ilmu psikologi dalam konteks bencana dimulai dari membuat rasa aman secara fisik, nyaman secara psikologis, dan memberdayakan penyintas bencana. Hal ini tidak terlepas dari tujuan *psychological first aid* yaitu mencapai resiliensi. Resiliensi digambarkan sebagai daya lenting atau kemampuan untuk kembali ke kondisi positif setelah mengalami bencana.

Psychological first aid menasar pada pemenuhan kebutuhan dasar individu yang mengalami kondisi darurat atau trauma antara lain pengurangan bahaya yang memberikan ancaman, meningkatkan rasa kontrol, penyediaan serta pemberian informasi yang dibutuhkan, kebutuhan dasar terpenuhi seperti makanan, minuman, kesehatan, tempat berlindung, kenyamanan psikologis dan arah untuk masa depan setelah mengalami bencana. *Psychological first aid* identik dengan teori *Hierarchy of Needs* Abraham Maslow dan ERG Theory Clayton Alderfer. Berikut adalah gambaran perbandingan *psychological first aid*, teori *Hierarchy of Needs* dan ERG Theory.



Gambar 42. Psychological First Aid

Psychological first aid tidak hanya digunakan sebagai bentuk penanganan, tetapi seiring dengan kesadaran akan pentingnya pengurangan risiko bencana maka *psychological first aid* dapat diberikan sebagai bentuk peningkatan kapasitas individu atau komunitas dalam menghadapi bencana. Sifatnya lebih ke arah preventif yang garis besar kerangka berpikirnya digambarkan sebagai berikut.



Gambar 43. Kerangka berpikir *Psychological First Aid* sebagai Peningkatan Kapasitas dalam Menghadapi Bencana

Mitigasi Bencana Berbasis *Psychological First Aid*

Berikut akan diuraikan beberapa bagian mitigasi bencana berbasis *psychological first aid* untuk peningkatan kapasitas individu atau komunitas dalam mengurangi risiko bencana gempa bumi yang terdiri atas *physical health, psychological health, dan behavioral health*.

Physical health

1. Sebelum Terjadi Gempa

Siapkan Tas Siaga Bencana



Gambar 44. Tas Siaga

Beberapa hal yang dapat kita lakukan agar selalu siaga adalah :

- a. Dirikanlah bangunan (kantor, rumah, dan sebagainya) sesuai dengan kaidah-kaidah yang baku. Diskusikanlah dengan para ahli agar bangunan anda tahan gempa. Jangan membangun dengan asal-asalan apalagi tanpa perhitungan
- b. Kenalilah lokasi bangunan tempat anda tinggal atau bekerja, apakah tidak berada pada patahan gempa atau tempat lain seperti rawan longsor dan sebagainya.
- c. Tempatkan perabotan pada tempat yang proporsional. Jika anda punya lemari, ada baiknya dipakukan ke dinding, agar tidak roboh dan ikut menindih ketika terjadi gempa. Jika ada perabotan yang digantung, periksalah secara rutin keamanannya.
- d. Siagakanlah peralatan seperti senter, kotak P3K, makanan instan dan sebagainya. Sediakan juga Radio, karena pada saat gempa alat komunikasi dan informasi lain seperti Telpon, HP, Televisi, Internet akan terganggu. Radio yang hanya menggunakan baterai akan sangat berguna di saat bencana.
- e. Selalu periksa penggunaan Listrik dan gas, matikan jika tidak digunakan.
- f. Catatlah telepon-telepon penting seperti Pemadam kebakaran, Rumah sakit dll.
- g. Kenalilah jalur evakuasi.
- h. Ikutilah kegiatan simulasi mitigasi bencana gempa sehingga tidak canggung lagi ketika terjadi bencana.

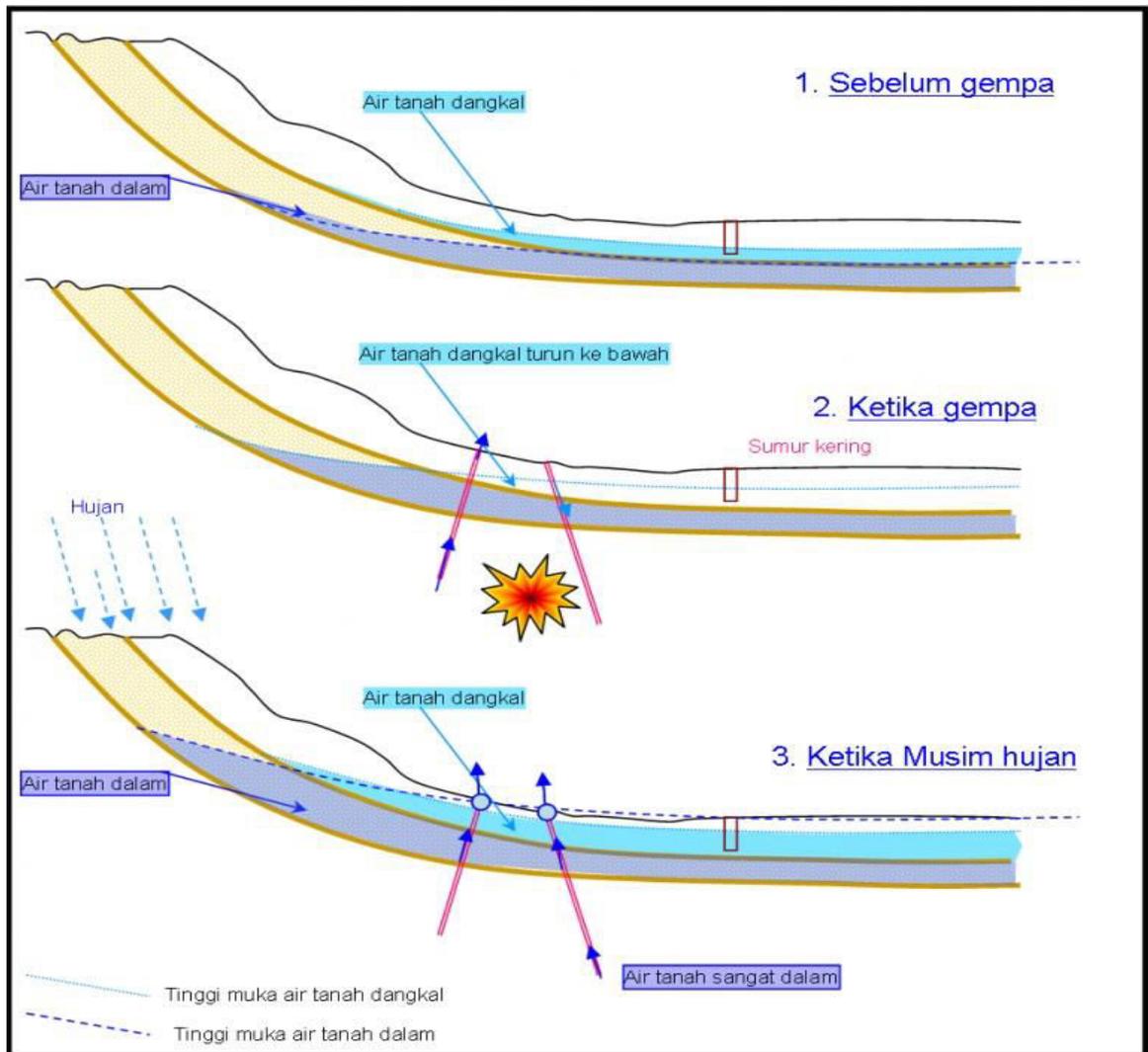
Pengenalan tentang tanda-tanda alam tentang terjadinya gempa ada baiknya kita kenali, berikut tanda-tanda yang diberikan alam ketika terjadi gempa (Sweet Factory, 2015):

1. Jenis Burung (Unggas)
Burung gagak dan merpati menghilang, burung-burung di dalam sangkar berusaha melepaskan diri atau lepas dari sangkarnya
2. Jenis Ikan
Ikan di laut naik mendekati permukaan, ikan-ikan meloncat ke atas permukaan air
3. Reptil dan Amfibi
Ular dan katak keluar atau berpindah dengan cara bergerombol
4. Mamalia
Anjing, kucing, dan tikus berlarian
5. Suara di Bumi

Terdengar suara bergemuruh, suara seperti petir dari tanah, suara angin yang bertiup kencang dan suara benturan lainnya

6. Perubahan pada air

Permukaan air pada air tanah atau sumur turun kemudian naik kembali, munculnya gelembung, air semakin keruh, tercium bau, dan minyak mengapung di atas air.



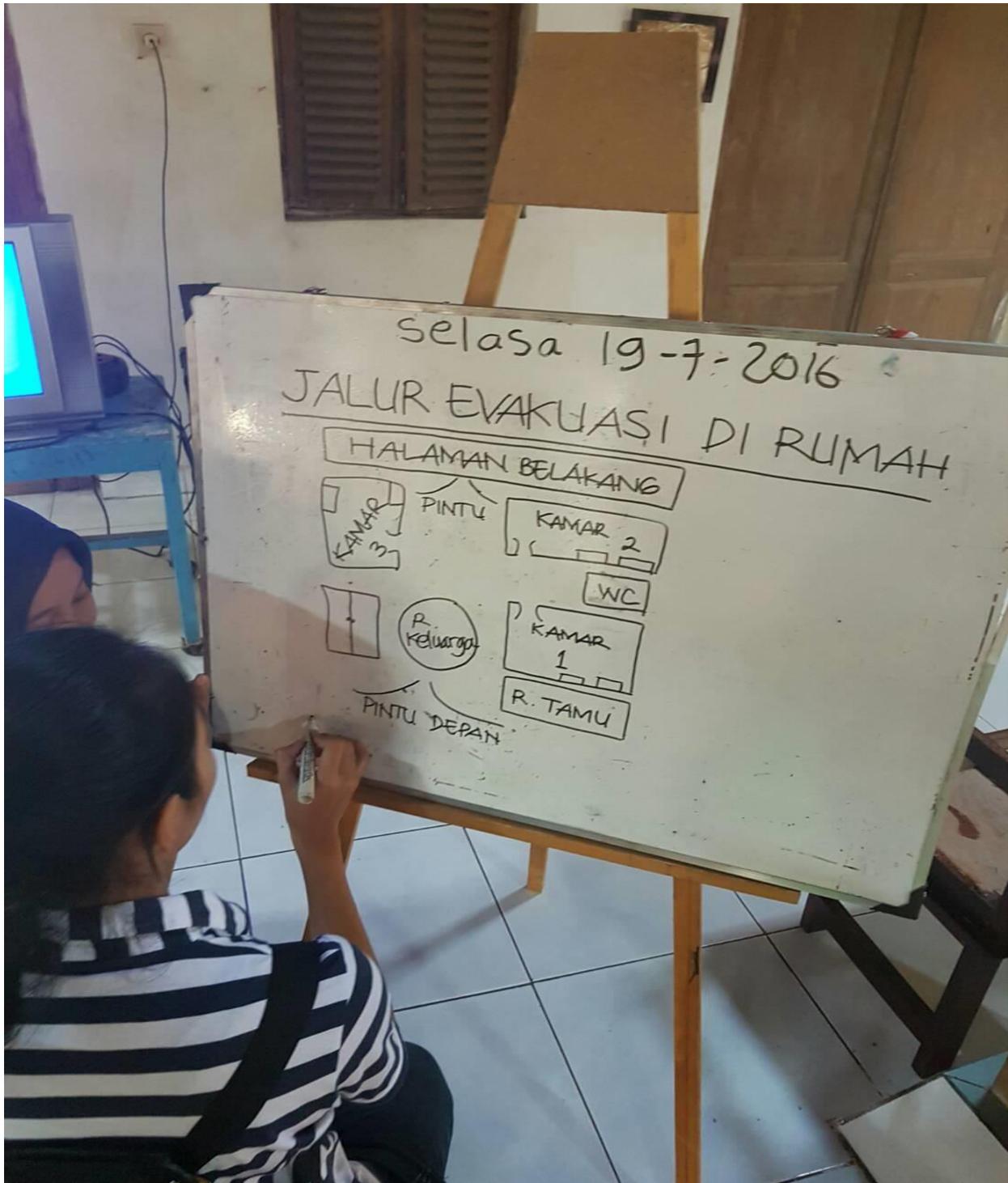
Gambar 45. Perubahan Pada Air Tanda Terjadinya Gempa Bumi

(Sumber : Achmadin Blog - WordPress.com)

Alam memberikan tanda atau gejala tentang terjadinya gempa bumi, namun terdapat beberapa mitos yang berkaitan dengan tanda alam akan terjadinya gempa bumi. Misalnya mitos mengenai tanggal 26 sebagai tanggal terjadinya bencana di Indonesia. Mitos ini muncul

disebabkan beberapa bencana di Indonesia seperti gempa bumi dan tsunami di Aceh terjadi pada tanggal 26 Desember 2004 dan gempa bumi di Tasikmalaya terjadi pada tanggal 26 Juni 2010. Faktanya dari bencana gempa bumi atau bencana lain terjadi secara merata di semua tanggal, tidak hanya selalu terjadi pada tanggal 26. Mitos awan tegak lurus (cyrus) yang muncul ketika gempa bumi, misalnya seperti gempa bumi yang terjadi di Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta pada tahun 2006 dan gempa bumi yang terjadi di Kebumen tahun 2014. Masyarakat mempercayai bahwa gempa bumi ditandai dengan adanya awan tegak lurus. Faktanya awan tegak lurus pernah beberapa kali muncul di beberapa daerah namun tidak menimbulkan gempa bumi di daerah tersebut.

Gempa bumi tidak dapat diprediksi kapan terjadinya, tetapi dengan lebih mengenali tanda atau gejalanya akan dapat membantu lebih siap dalam menghadapi bencana gempa bumi. Melalui seismograf akan tercatat perubahan gelombang seismik yang mengukur aktivitas lempeng tektonik.



Gambar 46. Pembuatan jalur evakuasi di rumah sebagai bentuk mitigasi bencana struktural



Gambar 47. Simulasi siaga gempa bumi sebagai bentuk mitigasi non struktural

2. Ketika berlangsung gempa

- a. Jangan Panik, kuasai diri anda bahwa anda dapat lepas dari bencana tersebut.
- b. Menghindar dari bangunan, pohon, tiang listrik dan sebagainya yang berkemungkinan roboh menimpa kita. Jika anda berada dalam gedung, berusaha untuk lari keluar. Jika tidak memungkinkan berlindunglah di bawah meja yang kuat, tempat tidur. Atau berlindunglah di pojok bangunan, karena lebih kuat tertopang.
- c. Perhatikan tempat anda berdiri, karena gempa yang besar akan memungkinkan terjadinya rengkahan tanah.
- d. Jika anda sedang berkendara, matikan kendaraan anda dan turunlah. Jika anda sedang berada di pantai, maka berlailah menjauhi pantai tersebut. jika anda sedang berada di daerah pegunungan, maka perhatikan di sekitar anda apakah ada kemungkinan longsor.

3. Setelah terjadi gempa

- a. Jika anda masih berada dalam gedung, maka keluar dengan tertib, jangan gunakan lift, gunakanlah tangga.
- b. Periksa sekeliling anda, apakah ada kerusakan, baik itu listrik padam, kebocoran gas, dinding retak dsbnya. Periksa juga apakah ada yang terluka. Jika ya, lakukanlah pertolongan pertama.
- c. Hindari bangunan yang kelihatannya hampir roboh atau berpotensi untuk roboh. Carilah informasi tentang gempa tersebut, gunakanlah radio tadi.

Sumber : <http://mitigasigempa.blogspot.com/2011/11/langkah-langkah-mitigasi-gempa.html>

Waspada Tsunami! Apa yang Akan Anda Lakukan Bila Tsunami Datang?

Gempa bumi biasanya juga dapat disertai dengan tsunami, sehingga perlu disertai dengan adanya pemahaman masyarakat terhadap tsunami dan bagaimana cara pengurangan resiko dampak dari tsunami. Upaya tersebut dilakukan dengan *games* atau *role play* tentang kesiapsiagaan bencana dan informasi terkait dengan tsunami. Misalnya seperti berikut informasi mengenai tata cara menghadapi tsunami.

A. Sebelum Terjadi Tsunami

1. Hindari bertempat tinggal di daerah tepi pantai yang landai kurang dari 10 meter dari permukaan laut. Berdasarkan penelitian, daerah ini merupakan daerah yang mengalami kerusakan terparah akibat bencana tsunami, badai, dan angin ribut.
2. Disarankan untuk menanam tanaman yang mampu menahan gelombang seperti bakau, palem, ketapang, waru, beringin, atau jenis lainnya.
3. Ikuti tata guna lahan yang telah ditetapkan oleh pemerintah setempat
4. Buat bangunan bertingkat dengan ruang aman di bagian atas.
5. Bagian dinding yang lebar usahakan tidak sejajar dengan garis pantai

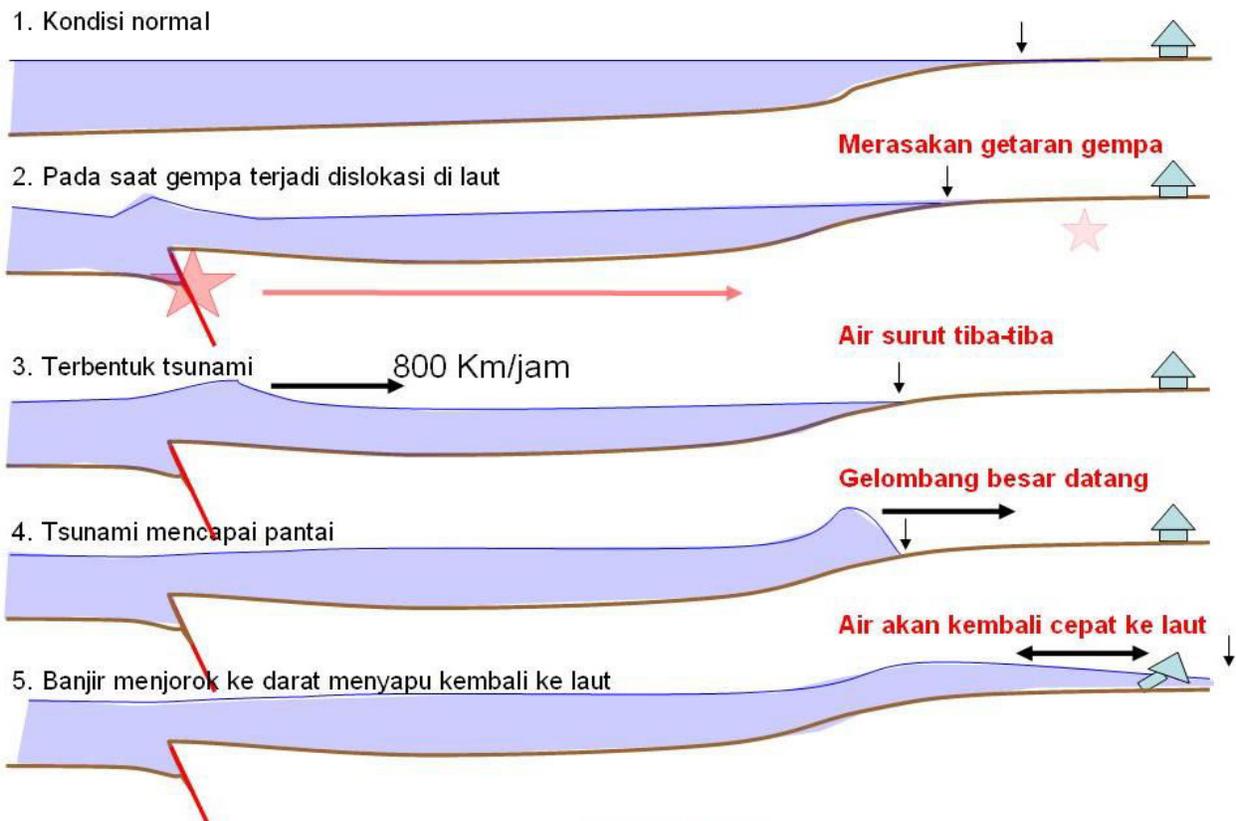
B. Ketika Berlangsung Tsunami

1. Bila sedang berada di pantai atau dekat laut dan merasakan bumi bergetar, segera berlari ke tempat yang tinggi dan jauh dari pantai. Naik ke lantai yang lebih tinggi, atap rumah, atau memanjat pohon. Tidak perlu menunggu peringatan tsunami.
2. Tsunami dapat muncul melalui sungai dekat laut, jadi jangan berada di sekitarnya
3. Selamatkan diri anda, bukan barang anda
4. Jangan hiraukan kerusakan di sekitar, teruslah berlari
5. Jika terseret tsunami, carilah benda terapung yang dapat digunakan sebagai rakit
6. Saling tolong menolong, ajaklah tetangga tinggal di rumah anda bila rumah anda selamat. Utamakan anak-anak, wanita hamil, orang jompo, dan orang cacat.
7. Selamatkan diri melalui jalur evakuasi tsunami ke tempat evakuasi yang telah disepakati bersama.
8. Tetaplah bertahan di daerah ketinggian sampai ada pemberitahuan resmi dari pihak berwajib tentang keadaan aman
9. Jika anda berpegangan pada pohon saat gelombang tsunami berlangsung jangan membelakangi arah laut supaya terhindar dari benturan benda-benda yang dibawa gelombang. Anda dapat membalikkan badan saat gelombang berbalik arah kembali ke laut
10. Tetap berpegangan kuat hingga gelombang benar-benar reda

C. Setelah Terjadi Tsunami

1. Hindari instalasi listrik bertegangan tinggi dan laporkan jika menemukan kerusakan kepada PLN
2. Hindari memasuki wilayah kerusakan kecuali setelah dinyatakan aman
3. Jauhi reruntuhan bangunan
4. Laporkan diri ke lembaga pemerintah, lembaga adat, atau lembaga keagamaan
5. Upayakan penampungan sendiri kalau memungkinkan. Ajaklah sesama warga untuk melakukan kegiatan yang positif. Misalnya mengubur jenazah, mengumpulkan benda-benda yang dapat digunakan kembali, sembahyang bersama, dan lain sebagainya. Tindakan ini akan dapat menolong kita untuk segera bangkit dan membangun kembali kehidupan.
6. Bila diperlukan, carilah bantuan dan bekerja sama dengan sesama serta lembaga pemerintah, adat, keagamaan atau lembaga swadaya masyarakat
7. Ceritakan tentang bencana ini kepada keluarga, anak, dan teman anda untuk memberikan pengetahuan yang jelas dan tepat. Ceritakan juga apa yang harus dilakukan bila ada tanda-tanda tsunami akan datang.

KENALI GEJALANYA



Gambar 48. Tanda Terjadinya Tsunami
(Sumber : <https://rovicky.files.wordpress.com/2014/12/firstpict.jpg>)



WASPADA BENCANA GEMPA BUMI

GEJALA GEMPA BUMI

Tanda-tanda terjadinya gempa di dalam bangunan

1. Semua benda yang tergantung bergoyang dan berjatuhan: lampu gantung, pigura, jam dinding, lukisan, dll.
2. Semua benda yang berdiri atau terletak di atas meja bergeser dan berjatuhan. Misalnya, TV, radio, jam, alat makan, kompor, dll



di luar bangunan

1. Pohon, tiang listrik dan lampu jalan serta gedung bergetar. Bahkan jika getaran sangat kuat, akan mengakibatkan tumbang dan roboh.
2. Retakan dan rekahan akan terlihat jelas pada permukaan tanah, dinding bangunan dan jembatan.



SAAT TERJADI GEMPA

bila berada dalam ruangan

1. Bila memungkinkan, segera mencari jalan keluar yang aman.
2. Lalu bersembunyi di dalam meja untuk menghindari reruntuhan.
3. Hindari berada di dekat lemari, lemari es, dan benda-benda yang mungkin bisa rubuh.
4. Jangan berlari keluar dan tergesa-gesa atau panik.



bila berada luar ruangan

1. hindari bangunan tinggi, jembatan, tiang listrik, papan reklame.
2. jangan mendekati pohon-pohon yang tinggi. Cari tempat terbuka atau tanah lapang.



SETELAH TERJADI GEMPA

1. Jangan masuk ke dalam bangunan setelah terjadi gempa, karena kemungkinan akan terjadi gempa susulan.
2. Segera berikan pertolongan pertama pada korban gempa.
3. Cari informasi lebih lanjut pada pihak yang berwenang, tentang gempa yang terjadi.



Gambar 49. Waspada Bencana Gempa Bumi

Panduan Menghadapi Bencana Kebakaran

Sumber: <https://id.wikihow.com/Menyelamatkan-Diri-dari-Kebakaran-Rumah>

1. Bereaksilah sesegera mungkin ketika mengetahui kebakaran atau mendengar detektor kebakaran menyala

Apabila mendengar detektor kebakaran menyala dan melihat api, keluarlah dari rumah dengan hati-hati untuk menyelamatkan diri. Apabila terdapat alat pemadam kebakaran ringan dan masih memungkinkan melakukan pemadaman cobalah padamkan sumber kebakaran. Berteriaklah dengan keras agar orang lain mengetahui terjadi kebakaran. Abaikan hal-hal lain yang dapat menghambat penyelamatan diri.



2. Keluarlah dari rumah melalui pintu dengan hati-hati

Sebelum keluar rumah melalui pintu, perhatikan hal-hal berikut terlebih dahulu. Apabila melihat asap memasuki kamar melalui sela pintu, penyelamatan diri tidak bisa keluar melalui pintu tersebut karena asapnya beracun dan di balik pintu ada api. Jika tidak melihat asap, sentuhlah kenop pintu dengan punggung tangan memastikan kenop tidak panas. Bukalah pintu secara perlahan dan keluarlah dari kamar jika kenop pintu terasa dingin. Apabila pintu terbuka dan ada api yang menghambat keluar dari kamar, tutuplah pintu untuk melindungi diri dari kobaran api.

Jika kenop pintu terasa panas atau ada asap yang masuk ke dalam kamar melalui sela pintu dan tidak ada pintu lain yang bisa dilewati, yang dapat dilakukan adalah mencoba menyelamatkan diri melalui jendela.



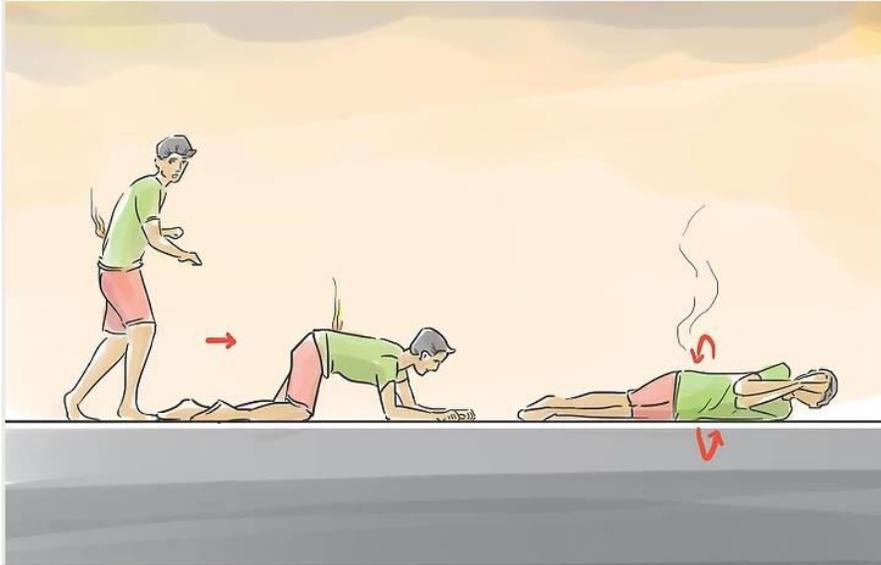
3. Lindungi diri dari inhalasi asap.

Berikut adalah cara untuk melindungi diri dari paparan atau inhalasi asap kebakaran. Caranya dengan memposisikan tubuh tiarap dan merangkaklah menggunakan tangan dan lutut untuk menghindari asap. Untuk menghindari asap sebenarnya dapat dengan cara berlari menyelamatkan diri dengan lebih cepat, namun berisiko terkena inhalasi asap (cedera yang diakibatkan oleh penghirupan asap yang mengganggu pernafasan) yang bisa menyebabkan pusing dan pingsan. Ketika melewati asap tutuplah hidung dan mulut dengan baju atau lap basah. Baju atau lap basah dapat membantu menyaring zat berbahaya yang terkandung pada asap api yang membuat rentan terkena inhalasi asap.



4. **Berhenti, jatuhkan diri, dan bergulinglah apabila pakaian terbakar.**

Jika pakaian terbakar, segera berhenti bergerak, jatuhkan diri ke lantai, dan berguling-gulinglah hingga apinya padam. Berguling-guling dapat memadamkan api dengan cepat. Tutupi muka dengan tangan ketika berguling-guling untuk melindungi diri.



5. **Hindari asap apabila tidak bisa keluar dari rumah.**

Jangan panik jika tidak bisa melarikan diri dari rumah dan sedang menunggu bantuan. Untuk bisa menghindari asap dan melindungi diri dari asap tutuplah pintu dan sumbatlah semua ventilasi dan celah yang ada di sekitarnya dengan kain atau plester untuk mencegah asap memasuki ruangan.



6. Mintalah bantuan orang-orang yang ada di sekitar rumah dari jendela lantai dua.

Apabila terperangkap di lantai dua, lakukan apa pun yang bisa untuk mencapai kamar yang memungkinkan orang-orang untuk mendengar atau melihat posisi kita. Cara memberikan informasi kepada orang lain dengan cara menggantungkan seprai atau barang lain yang berwarna putih di jendela untuk memberi tahu petugas pemadam kebakaran atau polisi bahwa kita membutuhkan bantuan. Pastikan menutup jendela karena jendela yang terbuka membantu api mendapatkan oksigen yang berasal dari luar rumah sehingga kebakaran menjadi lebih besar. Tutupi sela pintu dengan handuk atau barang apa pun yang bisa ditemukan untuk mencegah asap memasuki kamar



7. **Keluarlah dari rumah melalui jendela lantai dua jika memungkinkan.**

Apabila kita tinggal di rumah dengan lantai lebih dari satu lantai, sebaiknya memiliki tangga khusus (*fire escape ladder*) yang bisa digunakan untuk keluar dari rumah melalui jendela lantai atas. Tangga tersebut berguna untuk menyelamatkan diri dari kebakaran rumah atau musibah lain. Apabila harus menyelamatkan diri melalui jendela, carilah langkan. Setelah menemukannya, bisa keluar dari rumah melalui jendela dan lalu bergelantung pada langkan. Akan tetapi, perhatikan bahwa badan kita harus menghadap ke arah rumah ketika mencoba menurunkan badan untuk bergelantung pada langkan atau keluar dari jendela. Bergelantung pada langkan yang berada di lantai dua dapat mendekatkan badan Anda ke permukaan tanah dan kita dapat menjatuhkan diri ke atas tanah dengan lebih aman. Cara ini ditempuh apabila kita tidak memungkinkan mendapatkan bantuan untuk keluar rumah secara aman lainnya.



Psychological Health

Bencana gempa bumi juga dapat berdampak secara psikologis, misalnya kondisi tidak nyaman atau kondisi tertekan. Terdapat beberapa pendekatan psikologi yang dapat ditempuh untuk mengurangi tekanan psikologis yang disebabkan gempa bumi, misalnya dengan melakukan aktivitas relaksasi dan aktivitas bersyukur. Pendekatan ini bisa ditempuh ketika kondisi awal mengalami bencana gempa bumi, dan apabila masih mengalami kondisi tertekan atau ketidaknyaman psikologis maka harus segera mencari bantuan untuk mendapatkan penanganan yang lebih tepat dari profesional di bidang perilaku dan kesehatan psikologi.

Berikut akan dijabarkan aktivitas relaksasi dan aktivitas bersyukur.

Relaksasi dan Aktivitas Bersyukur

Pembekalan *facilitate function* atau *psychological health* juga meliputi berlatih melakukan aktivitas relaksasi ataupun aktivitas bersyukur.

Berikut adalah panduan melakukan aktivitas relaksasi.

BERSYUKUR

Ciri orang yang bersyukur:

1. Merasa berkelimpahan
2. Menghargai kesenangan yang dialami, sekecil apapun
3. Menghargai peran orang lain dalam kebahagiaan sendiri
4. Dapat mengekspresikan rasa syukur

Berikut ini contoh instruksi untuk Simulasi Kebersyukuran

“Sekarang mari kita bersama-sama fokus pada diri kita masing-masing

Pejamkan mata dan mulai atur nafas kita..

Tarik nafas yang dalam,,, tahan.. hembuskan..

Tarik nafas yang dalam., tahan.. hembuskan..

Ulangi sampai benar-benar dapat merasakan kenyamanan dan ketenangan.

Pertama-tama mari kita buka kedua tangan kita menghadap ke atas.

Rasakan nikmatnya udara yang masih dapat kita hirup

Mari kita syukuri atas segala yang masih dapat kita nikmati hingga saat ini

Terima kasih Tuhan atas indahnya dan hangatnya cahaya matahari yang dapat kami nikmati setiap harinya

Terima kasih Ya Tuhan atas bulan yang selalu menerangi kami setiap malam

Terima kasih Tuhan atas keindahan alam yang dapat menyejukkan hati kami

Terima kasih Tuhan atas kehidupan yang Kau berikan pada kami

Terima kasih Ya Tuhan atas kesempatan yang Kau berikan pada kami untuk dapat membuka mata kami setiap paginya

Terima kasih ya Tuhan, atas kesehatan yang Kau berikan pada kami

Terima kasih Tuhan, atas anggota tubuhku yang masih dapat berfungsi optimal

Terima kasih Ya Tuhan atas hewan-hewan untuk menemani kami

Terima kasih Tuhan atas kekayaan alam yang melimpah

Terima kasih Tuhan.. terima kasih Tuhan

Sekarang silahkan buka tangan melebar ke samping

Mari kita syukuri betapa banyaknya orang-orang di sekitar kita yang menyayangi dan mendukung kita.

Terima kasih ayah.. atas kerja keras yang ayah lakukan untuk kami keluargamu

Terima kasih ayah.. atas kesabaran dan kasih sayang yang ayah berikan untuk kami

Terima kasih ibu. Atas kelembutan dan kasih sayang yang membuatku nyaman.

Terima kasih ibu yang mau mendengarkan keluh kesahku saat aku menghadapi masalah.

Terima kasih kakak, adik yang menemaniku, bermain, tempat berbagi, dan masih banyak hal yang kulalui bersamamu

Terima kasih teman-teman yang sudah bersedia menerimaku apa adanya. Yang membuatku belajar banyak hal mengenai kehidupan.

Terima kasih semuanya orang yang pernah kutemui dalam kehidupanku. Karena kalianlah yang sangat berpengaruh dalam kehidupanku hingga saat ini.

Kini, arahkan kedua tangan menutup dan letakkan di dada

Mari kita ucapkan rasa syukur kita pada diri kita sendiri

Pada mata yang tak lelah membantu kita memandang indahnya dunia

Ucapkan terima kasih pada hidung untuk membantu kita merasakan aroma bunga yang wangi

Terima kasih kuucapkan pada telinga yang telah membantuku mendengar indahnya kicauan burung tiap pagi

Terima kasih pada mulut yang membuatku dapat menelan makanan

Terima kasih pada paru-paru yang tak pernah lelah berhenti membantuku bernafas

Terima kasih pada usus yang membantu mencerna makananku

Terima kasih pada jantung yang selalu setia dan tak pernah beristirahat bekerja.

Terima kasih semuanya.. terima kasih..

Terima kasih Tuhan..Terima kasih.....”

Langkah dalam bersyukur. Bersyukur pada:

1. Tuhan
2. Orang di sekitar (keluarga dan teman)
3. Diri sendiri (anggota tubuh)



RELAKSASI

Manfaat Relaksasi:

Dapat mengurangi reaksi yang berlebihan akibat stres, meningkatkan penampilan kerja, sehingga akan meningkatkan kepercayaan diri pula, dan mengurangi kecemasan yang timbul akibat suatu situasi stres. Dampaknya adalah tubuh akan terasa lebih segar.

Panduan untuk relaksasi

- I. Relaksasi Otot
- II. Relaksasi Indera

Indera	Otot
 <p>Melihat pemandangan, menonton televisi, tidur, lihat majalah/gambar yang menyenangkan dan menenangkan, dll</p>	 <p>1 10-20 detik Diulang 2 kali</p>  <p>2 10-15 detik</p>  <p>3 8-10 detik Masing-masing sisi</p>  <p>4 15-20 detik</p>
 <p>Menghirup udara segar, <i>aromatherapy</i>, menghirup aroma yang disukai</p>	 <p>5 3-5 detik Diulang 3 kali</p>  <p>6 10-12 detik Masing-masing lengan</p>  <p>7 10 detik</p>  <p>8 10 detik</p>
 <p>Mendengarkan musik, suara-suara yang menenangkan, mendengarkan suara alam (burung, air terjun, percikan air, dsb), dll</p>	 <p>9 8-10 detik Masing-masing sisi</p>  <p>10 8-10 detik Masing-masing sisi</p>  <p>11 10-15 detik Diulang 2 kali</p>  <p>12 Getarkan tangan 8-10 detik</p>
 <p>Makan-makanan kesukaan, seperti permen, coklat, es krim, dll</p> <p>Pijat, menyentuh sesuatu yang menyenangkan (misal: bulu hewan, dsb)</p>	      <p>Melakukan gerakan seperti gerakan pemanasan, peregangan otot, rasakan sampai otot terasa benar-benar rileks.</p>

Budiman (2017)

LANGKAH – LANGKAH RELAKSASI OTOT

(Utomo, Patricia, Dewi, & Winardi, 2012)

Untuk memulai relaksasi ini, silakan anda berdiri dan ikuti intruksi berikut.



GERAKAN PERTAMA

Tarik leher kebawah hingga dagu berhimpitan dengan dada, lakukan ini hingga benar-benar terasa tegang. Rasakan ketegangan pada otot leher bagian belakang. Setelah itu secara perlahan kembali ke posisi semula dan lemaskan hingga terasa rileks.

GERAKAN KEDUA

Angkat kepala keatas hingga leher tertarik ke belakang. Rasakan ketegangan pada otot leher bagian depan. Setelah itu secara perlahan kembali ke posisi semula dan lemaskan hingga terasa rileks.



GERAKAN PERTAMA

Tarik kepala ke kanan hingga telinga kanan berhimpitan dengan bahu atau pundak, lakukan ini hingga benar-benar terasa tegang. Rasakan ketegangan pada otot leher bagian kiri. Setelah itu secara perlahan kembali ke posisi semula dan lemaskan hingga terasa rileks.

GERAKAN KEDUA

Tarik kepala ke kiri hingga telinga kiri berhimpitan dengan bahu atau pundak, lakukan ini hingga benar-benar terasa tegang. Rasakan ketegangan pada otot leher bagian kanan. Setelah itu secara perlahan kembali ke posisi semula dan lemaskan hingga terasa rileks.



GERAKAN PERTAMA

Angkat kedua tangan anda dan tarik kedepan lurus hingga tegang. Lalu angkat telapak tangan anda ke depan sehingga jari-jari anda menghadap ke atas dan tegangkan. Rasakan ketegangan di pergelangan tangan, siku, dan bahu. Tetap dalam kondisi tegang dan lurus itu tarik telapak tangan anda ke belakang sehingga jari-jari anda menghadap ke bawah dan rasakan ketegangannya.

GERAKAN KEDUA

Tetap dalam keadaan telapak tangan menghadap ke belakang kemudian secara perlahan angkat telapak tangan anda kembali ke posisi normal lalu lepaskan secara perlahan hingga terasa rileks.



GERAKAN PERTAMA

Angkat tangan kanan ke atas, luruskan dan tarik ke atas ke belakang hingga benar-benar terasa tegang. Rasakan ketegangannya pada otot, bahu kanan, lengan kanan, pergelangan tangan kanan, dan pinggang. Kemudian, turunkan tangan kanan anda secara perlahan-lahan, lemaskan, dan rileks.

GERAKAN KEDUA

Angkat tangan kiri ke atas, luruskan dan tarik ke atas ke belakang hingga benar-benar terasa tegang. Rasakan ketegangannya pada otot, bahu kiri, lengan kiri, pergelangan tangan kiri, dan pinggang. Kemudian, turunkan tangan kiri anda secara perlahan-lahan, lemaskan, dan rileks.



GERAKAN PERTAMA

Tetaplah menjaga badan secara tegak dan tangkupkan tangan kanan dan kiri anda di belakang punggung. Kemudian bungkukkan badan hingga condong ke bawah dan tarik tangan anda ke atas. Rasakan ketegangan yang terjadi pada tangan, pergelangan lengan, pinggang, lutut, dan betis.



GERAKAN KEDUA

Setelah itu, rilekskan badan anda kemudian tangkupkan tangan kanan dan kiri anda ke depan. Kemudian bungkukkan badan hingga condong ke bawah dan tarik tangan anda ke depan. Rasakan ketegangan yang terjadi pada tangan, pergelangan lengan, pinggang, lutut, dan betis.



GERAKAN PERTAMA

Tangan kanan angkat keatas dan tekuk ke belakang sehingga jari-jari dan telapak tangan menghadap punggung. Setelah itu tangan kiri yang dibawah ditekuk keatas sehingga tangan kanan dan kiri bisa bertemu. Tarik keatas sehingga terasa ketegangannya pada lengan kiri, kanan, dan punggung. Kemudian turunkan tangan anda secara perlahan-lahan, lemaskan, dan rileks.



GERAKAN KEDUA

Angkat tangan kiri ke arah kanan kemudian tangan kanan ditekuk ke atas. Rasakan ketegangannya juga punggung kiri, bahu kiri, dan lengan kiri.



GERAKAN PERTAMA

Tangkupkan tangan kedepan kemudian angkat kaki kanan setinggi sepinggang. Rasakan ketegangannya pada paha kanan, lengan kanan, dan kiri. Lalu turunkan secara perlahan-lahan, lemaskan, dan rileks.

GERAKAN KEDUA

Tangkupkan tangan kedepan kemudian angkat kaki kiri setinggi sepinggang. Rasakan ketegangannya pada paha kiri, lengan kanan, dan kiri. Lalu turunkan secara perlahan-lahan, lemaskan, dan rileks.



GERAKAN PERTAMA

Kemudian silakan anda duduk tegak. Angkat kedua kaki, lurus, dan tegangkan. Rasakan ketegangan pada betis dan pangkal paha. Cobalah anda membedakan antara ketegangan dan situasi rileks. Setelah itu lemaskan dan rileks.

GERAKAN KEDUA

Lakukan hal ini, lurus, dan tegangkan kaki lalu tekuk pergelangan kaki ke atas, hingga jari – jari menghadap ke atas. Rasakan ketegangannya pada pergelangan kaki, betis, dan pangkal paha. Kemudian lemaskan otot-otot kaki dan rileks.



GERAKAN PERTAMA

Silakan duduk di lantai atau karpet, lalu luruskan kaki. Silangkan kaki kanan ke kiri dan rasakan ketegangannya pinggang, pangkal paha, dan pergelangan kaki. Cobalah anda membedakan antara ketegangan dan situasi rileks. Lalu luruskan kaki anda kembali dan rileks.



GERAKAN KEDUA

Silakan duduk di lantai atau karpet, lalu luruskan kaki. Silangkan kaki kiri ke kanan dan rasakan ketegangannya pinggang, pangkal paha, dan pergelangan kaki. Cobalah anda membedakan antara ketegangan dan situasi rileks. Lalu luruskan kaki anda kembali dan rileks.



PERNAFASAN PERUT

Pernafasan perut ini sangat berguna sekali untuk meningkatkan konsentrasi dalam bekerja dan mengurangi kecemasan karena oksigen yang di dapat dapat membantu otak untuk bekerja secara maksimal. Silakan mengikuti langkah dibawah ini :

1. Lemaskan tangan dan rileks. Tarik nafas dari hidung selama 3x dan hembuskan.
2. Tarik nafas dari mulut tahan selama 10 detik lalu tarik nafas lagi dari hidung. Rasakan sensasi dingin pada tulang rusuk anda.
3. Hembuskan secara perlahan-lahan dengan menggunakan mulut atau hidung kemudian hitung sampai 5 detik atau bisa lebih dari itu. Pastikan kamu menghembuskan semua nafasnya sampai habis.
4. Ketika sudah selesai, lalu normalkan kembali sistem pernafasan anda kemudian ulangi selama 3x.
5. Tetap terus melakukan latihan minimal 3 - 5 menit agar dapat menarik nafas dan menghembuskannya dengan waktu yang lebih banyak.
6. Sepanjang melakukan latihan pernafasan, tetap bernafas secara lembut dan normal tanpa menahan nafas atau menghembuskan secara tiba-tiba.
7. Pilihan lainnya, setiap kali menghembuskan nafas katakan "Tenanglah, Relax.." agar membiarkan tubuhmu melakukannya. Jika kamu terus melakukannya suatu saat ketika hanya berkata "Relax" tubuh anda akan melakukannya secara otomatis.



Gambar 50. Berlatih melakukan relaksasi dan aktivitas bersyukur
(Sumber Dokumentasi Penulis)

Aktivitas Rekreasional

Pada anak-anak dapat diberikan aktivitas rekreasional, yaitu aktivitas yang menyegarkan tubuh dan psikologis melalui kegiatan yang menyenangkan dan penting untuk mengembangkan aspek fisik, kognitif, dan sosial anak-anak (Dewi, Mundzir, Anggara, & Hendarmini, 2007). Tujuan kegiatan atau aktivitas rekreasional bagi anak antara lain mengurangi dampak negatif bencana dan pengungsian serta mendukung pemulihan anak, membantu anak menguasai tugas perkembangan, dan memberikan kesempatan anak untuk mempelajari nilai-nilai positif.

Terdapat berbagai macam kegiatan atau aktivitas rekreasional bagi anak dalam kondisi bencana misalnya bermain peran, outbond sederhana, menyanyi, permainan tradisional, bercerita, dan sebagainya. Setiap aktivitas dirancang untuk kegembiraan, pengekspresian diri, memiliki muatan karakter positif. Dengan melakukan kegiatan rekreasional dapat mengisi waktu luang secara menyenangkan dan belajar sesuatu yang bermakna dalam kehidupan.

Pada setiap permainan peserta diberikan penjelasan tugas secara rinci dan pada akhir permainan akan diadakan refleksi pembelajaran yang dapat ditransfer atau diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

Behavioral health

Pada komponen behavioral health dapat diajarkan beberapa prinsip perilaku sehat dan mengenali potensi diri dan minat untuk berkarya dalam bidang tertentu.

Prinsip-prinsip perilaku sehat perlu dibekalkan pada individu atau komunitas agar siap dalam menghadapi bencana. Banyak kasus menunjukkan dalam kondisi bencana penyintas bencana lebih rentan mengalami sakit ataupun kematian karena perilaku tidak sehat. Bentuk-bentuk perilaku tidak sehat yang berisiko antara lain:

1. Pola tidur tidak teratur
2. Pola makan tidak teratur dan konsumsi makanan tidak seimbang
3. Tidak menjaga kebersihan terutama di lokasi pengungsian dengan membuang sampah tidak pada tempatnya
4. Tidak ada tempat sampah yang memadai
5. Memanfaatkan air tidak secara tepat guna
6. Tidak menjaga kebersihan diri seperti tidak mencuci tangan, membersihkan pakaian, tidak berganti pembalut

Dengan demikian hal-hal tersebut perlu dihindari dalam kondisi bencana dengan diajarkan perilaku sehat. Sehingga pada saat mengalami bencana perilaku sehat dapat diterapkan dan mengurangi risiko sakit atau kematian pasca bencana.

Bentuk perilaku sehat lainnya yang perlu diberikan pembekalan dalam pengurangan risiko bencana gempa bumi adalah memberikan pembekalan ketrampilan yang dapat bermanfaat ekonomis sebagai alternatif sumber penghasilan atau pemenuhan kebutuhan hidup apabila kehilangan mata pencaharian utama saat mengalami bencana.

Upaya yang dilakukan dapat dimulai dengan mengidentifikasi potensi diri, sumber daya lingkungan sekitar, potensi ekonomi, minat, ketrampilan yang selama ini dimiliki tetapi belum dimanfaatkan, dan mengajarkan berbagai ketrampilan yang sesuai dan dibutuhkan. Cara yang ditempuh dapat beragam disesuaikan dengan kondisi misalnya dengan menghadirkan penyuluh lapangan, menghadirkan narasumber praktisi ataupun individu yang berasal dari dalam komunitas sendiri. Prinsipnya adalah adanya kemampuan dan kemauan berbagi dan mengajarkan kepada orang lain dan kemampuan untuk memberdayakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiman, A. F. (2017). *Panduan relaksasi*. Tidak dipublikasikan.
- Kertapati, E. K., Soehami, A., Djuanda, A., Effendi, I., & Putranto, E. T. (2001). *Peta wilayah bencana gempa Indonesia*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Mahyuzar, M. (2010). *Atlas rawan bencana di Indonesia*. Semarang : Aneka Ilmu.
- Supriyono, P. (2014). *Seri pendidikan pengurangan risiko : Bencana gempa bumi*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Sweet Factory. (2016). *Science up gempa bumi dan gunung api*. S. A. Bethari (Pengalih Bahasa). Jakarta : Bhuana Ilmu Populer.
- Utomo, P. F., Patricia, H., Dewi, Y., & Tjiong, Y. W. (2012). *Modul emotional exhaustion, subjective well-being, dan flow pada perawat ICU-IRD*. Tidak diterbitkan.
- Widodo, A. (2004). *Tindakan-tindakan untuk mengurangi resiko gempa bumi dan tsunami*. Surabaya : Pusat Studi Bencana LPPM ITS Surabaya.
- Puturuhu, F. (2015). *Mitigasi bencana dan penginderaan jauh*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Yakkum Emergency Unit (2010). *Basamo bangun nagari siaga : Simulasi kesiapsiagaan bencana Nagari Pilubang-Sungai Limau-Padang Pariaman*. Yogyakarta : Axismediainside.
- Yuwanto, L., Adi, C.M.P., Pamudji, S.S., & Santoso, M. (2014). *Isue kontemporer psikologi bencana*. Sidoarjo : Dwi Putra Pustaka Jaya.
- Yuwanto, L. (2017). *Penerapan psikologi bencana pada desa tangguh melalui peningkatan kapasitas sekolah dan keluarga*. Sidoarjo : Dwi Putra Pustaka Jaya.

GLOSARIUM

Bencana : kondisi negatif yang disebabkan dari faktor alam, sosial, ataupun teknologi.

Bencana alam : bencana yang disebabkan kondisi alam seperti gunung meletus, banjir, angin puting beliung, gempa bumi, tanah longsor, tsunami

Bencana geologi : bencana yang terjadi di permukaan bumi yang meliputi tanah longsor, gempa bumi, tsunami, dan gunung meletus.

Bencana non alam : bencana yang disebabkan oleh wabah penyakit, dampak dari kegagalan suatu teknologi misalnya paparan radiasi nuklir.

Bencana sosial : bencana yang disebabkan perang, konflik antar etnis, dan sejenisnya

Behavioral health : komponen psychological first aid yang berfokus pada educate dan empowerment

Comfortable : upaya membuat penyintas bencana merasa nyaman secara psikologis

Connect : upaya menghubungkan penyintas bencana alam pada sumber-sumber yang memberi rasa aman dan nyaman secara psikologis

Educate : proses mengidentifikasi kemampuan atau potensi penyintas dan pengajaran kepada penyintas bencana untuk menampilkan perilaku/berperilaku sehat selama bencana dan persiapan menghadapi bencana.

Empowerment : mengarah pada bagaimana penyintas bencana memiliki kemampuan berperilaku sehat, memobilisasi sumber daya atau potensi yang ada selama bencana dan persiapan menghadapi bencana termasuk mempersiapkan diri untuk alternatif mata pencaharian atau sumber penghidupan pasca bencana

Episentrum : proyeksi atau garis tegak lurus dari titik pusat gempa (hiposentrum) ke permukaan bumi.

Filters : fasilitas program Earthquake 3D yang digunakan untuk mengatur besarnya kekuatan gempa dan waktu terjadinya gempa yang akan ditampilkan

Gempa bumi : merupakan suatu peristiwa alam yang dicirikan dengan adanya getaran pada bumi sebagai hasil pelepasan energi yang disebabkan berbagai hal dan memiliki potensi menyebabkan kerusakan fisik dan non fisik.

Gempa bumi tektonik : gempa yang disebabkan akibat pergeseran lempeng tektonik yang menyebabkan tumbukan pada kerak bumi

Gempa bumi vulkanik : gempa yang disebabkan adanya aktivitas pergerakan magma di bawah gunung berapi

Gempa bumi runtuh : gempa yang disebabkan runtuh gua, terowongan, ataupun atap pertambangan yang menimbulkan getaran.

Gempa bumi tumbukan : gempa yang disebabkan tumbukan meteor atau benda angkasa lain yang jatuh ke bumi.

Gempa bumi penumpukan massa air : gempa bumi yang terjadi akibat penumpukan massa air seperti di waduk atau dam yang mampu menghasilkan getaran.

Gempa bumi buatan : gempa yang disebabkan aktivitas manusia, seperti getaran yang disebabkan nuklir, bom atom, ataupun peledakan yang lainnya.

Gempa bumi sentral : gempa bumi yang episentrumnya berbentuk titik seperti gempa vulkanik dan gempa runtuh.

Gempa bumi linier : gempa bumi yang episentrumnya berbentuk garis seperti gempa bumi tektonik.

Gempa bumi dalam : gempa bumi yang pusat gempanya terletak di dalam bumi dengan kedalaman sekitar lebih dari 300 kilometer dari permukaan bumi.

Gempa bumi menengah : gempa bumi yang posisi pusat gempanya sekitar 70-300 kilometer.

Gempa bumi dangkal : gempa bumi dengan pusat gempa berada di sekitar kurang dari 70 kilometer.

Gempa bumi daratan : gempa bumi yang hiposentrumnya berada di darat.

Gempa bumi lautan : gempa bumi yang hiposentrumnya berada di laut.

Gempa bumi gelombang primer/longitudinal/mampatan : gempa bumi yang gelombangnya merambat di tubuh bumi kecepatannya sekitar 7 hingga 14 kilometer/detik.

Gempa bumi gelombang sekunder/transversal/rincih : gempa bumi yang menimbulkan gelombang dan merambat di tubuh bumi dengan kecepatan 4-7 kilometer/detik.

Gempa bumi gelombang panjang : gempa bumi gelombang permukaan getarannya lebih terasa di permukaan bumi kecepatannya lebih lambat yaitu kurang dari 4 kilometer/detik.

Gempa bumi Tipe I : gempa bumi utama yang diikuti gempa bumi susulan tanpa diawali gempa awal (*fore shock*).

Gempa bumi Tipe II : gempa bumi yang terdapat gempa bumi utama, diawali dengan gempa pertama, dan diikuti dengan gempa susulan.

Gempa bumi Tipe III : gempa bumi tanpa adanya gempa bumi utama, biasanya terjadi cukup panjang rentang waktunya yang sering disebut dengan gempa tipe *swarm* yang sering terjadi di daerah vulkanik.

Globe : merupakan fasilitas program The Earthquake 3D yang berfungsi menampilkan perintah untuk tampilan bumi saat mengidentifikasi gempa bumi yang terjadi.

Hazards : potensi mengalami bencana yang dapat berdampak pada korban jiwa, cedera, atau kehilangan/kerusakan materi

Hiposentrum : titik di dalam bumi yang menjadi pusat gempa bumi

Indicators : merupakan fasilitas yang terdapat pada program The Earthquake 3D terutama untuk mengidentifikasi kekuatan, kedalaman, dan waktu terjadinya gempa.

Love Wave : gelombang yang merambat di permukaan bumi bergerak seperti ular, bergerak dari sisi bagian ke sisi bagian lainnya, sehingga menyebabkan kerusakan yang berat di permukaan bumi.

Mitigasi : upaya mengurangi resiko bencana dan penanganan bencana

Mitigasi struktural : upaya pengurangan risiko bencana melalui pemetaan daerah rawan bencana, penataan tata ruang desa pemukiman aman, pembuatan rambu dan jalur evakuasi di setiap rumah, pembuatan titik kumpul, pembuatan rambu dan jalur evakuasi desa, lokasi pengungsian

Mitigasi non struktural : upaya pengurangan risiko bencana melalui pendidikan dan pembelajaran siaga bencana atau yang sejenisnya untuk menyiapkan diri dalam menghadapi bencana

Modified Mercalli Intensity (MMI) : skala pengukuran intensitas gempa bumi

Penginderaan jauh : pendekatan yang digunakan untuk memperoleh informasi atau data objek, daerah, fenomena melalui analisis dan interpretasi tanpa menyentuh langsung objek tersebut

Psychological first aid : bentuk penanganan psikologis yang dapat diberikan kepada korban kejadian traumatis, bencana, atau personal crisis untuk membantu proses resiliensi

Physical health : kemampuan dalam melakukan evakuasi dan kemampuan dalam safeguard dan sustain

Psychological health : kemampuan dalam menyediakan kondisi comfortable dan connect.

Rayleigh wave : gelombang yang bergerak naik dan turun di sepanjang permukaan bumi.

Resiliensi : Kemampuan untuk kembali ke kondisi sebelum mengalami kondisi krisis.

Resiliensi personal : kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan tekanan dan kembali menyeimbangkan diri saat menghadapi tragedi, trauma, bencana, ataupun ancaman.

Resiliensi komunitas : kapasitas unit sosial untuk menghadapi dampak dari bencana dan melakukan aktivitas pemulihan dengan tujuan untuk mengurangi kerusakan secara sosial dan dampak jangka panjang.

Risk : kemungkinan mengalami dampak merusak atau negatif dari bencana yang merupakan kombinasi dari *hazards* dan *vulnerability*

Safeguard : kemampuan melindungi diri dari ancaman, membawa ke tempat yang aman, biasanya dalam praktek bentuknya adalah manajemen pengungsian seperti membuat jalur evakuasi yang aman, tempat pengungsian, dan pengaturan pengungsian, melakukan evakuasi, pertolongan pertama luka/cedera.

Seismograf : alat pengukur kekuatannya gempa bumi.

Sistem Informasi Geografis (SIG) : sistem berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan, memanipulasi, dan menganalisis data atau informasi geografis.

Skala Richter : skala yang digunakan untuk mengukur kekuatan dan dampak gempa bumi.

Sustain : kemampuan mencari dan mengelola bantuan logistik, yaitu bantuan secara fisik seperti makanan, minuman, pakaian, ataupun yang lainnya, bantuan kebutuhan dasar.

Surface : merupakan fasilitas program Earthquake 3D yang menunjang tampilan/jendela bumi yang lebih detil seperti garis latitude, garis longitude, benua, danau, sungai, pulau, dan perbatasan antar negara.

Tsunami : gelombang laut yang besar yang dapat disebabkan gerakan patahan, gempa, longsor, jatuhnya benda-benda langit, letusan gunung api di dalam laut yang dekat dengan permukaan air.

Vulnerability : kondisi kerentanan yang disebabkan faktor fisik, sosial, ekonomi, psikologi, dan sebagainya yang berkaitan dengan hazards.