

BAB IV

Gempa Bumi



Gambar 4.1. Terbelahnya tanah dalam skala besar.

4.1 Pendahuluan

Gempa bumi (juga dikenal sebagai gempa, tremor atau gempa) adalah guncangan permukaan bumi yang diakibatkan oleh pelepasan energi secara tiba-tiba di litosfer Bumi yang menciptakan gelombang seismik. Gempa bumi dapat berkisar dari yang sangat lemah sehingga dapat yang cukup keras dan dapat melemparkan orang ke sekitar dan menghancurkan seluruh kota. Seismisitas atau aktivitas seismik suatu wilayah mengacu pada frekuensi, jenis dan ukuran gempa yang dialami selama periode waktu tertentu.

Di permukaan bumi, gempa bumi memanifestasikan dirinya dengan getaran dan terkadang menyebabkan perpindahan tanah (Gambar 4.1). Jika episentrum gempa yang berkekuatan besar berada di lepas pantai, dasar laut mungkin akan tergusur cukup kuat untuk menyebabkan tsunami (Gambar 4.2). Gempa bumi juga bisa memicu tanah longsor, dan terkadang aktivitas vulkanik.

Dalam pengertiannya yang paling umum, kata gempa digunakan untuk menggambarkan peristiwa seismic, apakah alami atau yang disebabkan oleh manusia yang juga dapat menghasilkan gelombang seismik. Gempa bumi sebagian besar disebabkan oleh patahan geologi, namun juga oleh kejadian lain seperti aktivitas vulkanik, tanah longsor, ledakan tambang, dan uji coba nuklir. Titik awal gempa awal disebut fokus atau hipocenter. Episenter adalah titik di permukaan tanah tepat di atas hypocenter.



Gambar 4.2. Tsunami yang merupakan efek dari gempa bumi di bawah laut

4.2. Jenis Gempa Berdasarkan Proses

Berdasarkan factor penyebab atau proses terjadinya, gempa bumi dapat dibagi menjadi beberapa jenis.

Gempa Tektonik

Gempa bumi tektonik merupakan gempa bumi yang terjadi akibat aktivitas tektonik. Gempa tektonik disebabkan oleh pergerakan lempeng lempeng tektonik pada kerak bumi yang terjadi secara tiba-tiba sehingga terjadi gesekan yang menimbulkan getaran. Secara umum gempa tektonik terjadi karena adanya gerak orogenik yaitu jenis aktivitas tektonik yang berlangsung sangat cepat dan meliputi wilayah yang sangat sempit namun pengaruhnya menyebar ke wilayah yang luas. Gerakan orogenik dapat berupa lipatan atau patahan. Lipatan diakibatkan oleh tekanan dalam arah horizontal dan vertical pada kulit bumi yang sifatnya elastis. Sedangkan patahan terjadi akibat tenaga tersebut bekerja pada kulit bumi yang tidak elastis.



Gambar 4.3. Letusan gunung berapi bisa menimbulkan getaran sehingga seperti gempa kecil

Gempa Vulkanik

Gempa bumi vulkanik merupakan gempa bumi yang terjadi akibat aktivitas magma dalam gunung api (Gambar 4.3). Gempa vulkanik sering juga disebut gempa gunung api karena secara umum gempa tersebut terjadi sebelum atau sesudah letusan gunung berapi. Getaran getaran yang ditimbulkan pada gempa vulkanik sering dijadikan sebagai indikasi atau perkiraan akan meletusnya sebuah gunung berapi. Bila aktivitas magma semakin tinggi, maka akan timbul suatu ledakan atau letusan yang juga menimbulkan gempa bumi.



Gambar 4.4. Ledakan bom juga bisa sebagai sumber getaran (gempa buatan).

Gempa Buatan

Sesuai dengan namanya, gempa bumi buatan adalah gempa bumi yang terjadi akibat perbuatan manusia baik sengaja atau tidak disengaja (Gambar 4.4). Kegiatan kegiatan yang dapat menimbulkan gempa bumi antaralain ledakan nuklir di bawah permukaan tanah di dasar laut, ledakan dinamik, dan sebagainya.

Gempa Runtuhan

Gempa runtuh merupakan gempa bumi yang terjadi akibat peristiwa runtuhnya tanah atau batuan karena pengarus kondisi yang curam atau struktur yang rapuh. Gempa runtuhnya biasanya hanya mempengaruhi wilayah di sekitar dan tidak terlalu membahayakan.

Gempa Tumbukan

Gempa bumi tumbukan atau gempa bumi jatuhan merukan gempa kecil atau besar yang terjadi akibat tumbukan meteor atau asteroid yang jatuh ke permukaan bumi. Gempa jenis ini sangat jarang terjadi. Namun energy yang ditumbulkan oleh tumbukan meteor ini sangat dahsat seperti ledakan yang disebabkan oleh Bom Atom. Gambar 4.5 adalah ilustrasi jatuhnya meteor dan bom atom.



Gambar 4.5 adalah ilustrasi jatuhnya meteor dan bom atom (atas), lobang besar sebagai dampak dari jatuhnya meteor (tengah) dan contoh meteorit

4.3. Gelombang Seismik

Setiap getaran pada material bumi menghasilkan berbagai jenis gelombang seismik, yang berjalan melalui bahan penyusun bumi dengan kecepatan yang berbeda:

Gelombang Tubuh (Body wave), yang terdiri dari

Gelombang P (atau gelombang longitudinal atau gelombang tekanan)

Gelombang S (atau gelombang transversal atau gelombang geser)

Gelombang permukaan (Surface wave) yang terdiri dari

Gelombang Rayleigh

Gelombang Love

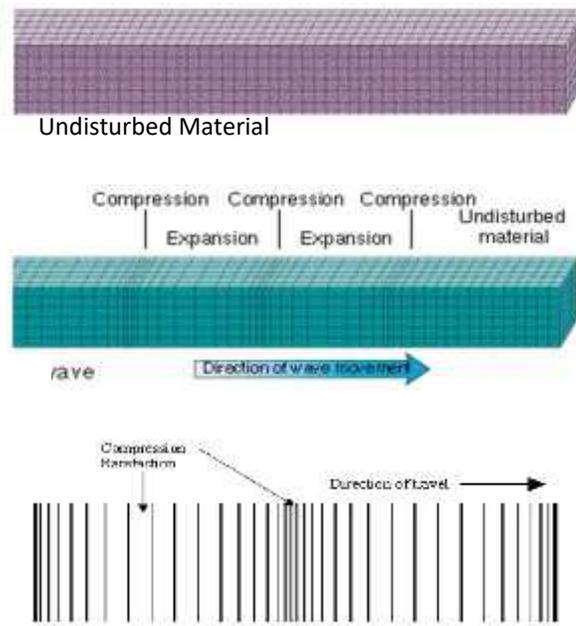
Gelombang P

Ini disebut 'P' untuk Gelombang Primer. Gelombang ini bergerak dalam bumi dengan kecepatan yang tercepat dan karena itu dirasakan kedatangannya lebih duluan. Gelombang P pada dasarnya adalah gelombang suara yang bergerak melalui bumi dari fokus sumber. Dibiidang fisika dikenal sebagai gelombang longitudinal. Gelombang ini "mengguncang" material bumi ke arah yang sama dengan perjalanannya (Gambar 4.6)

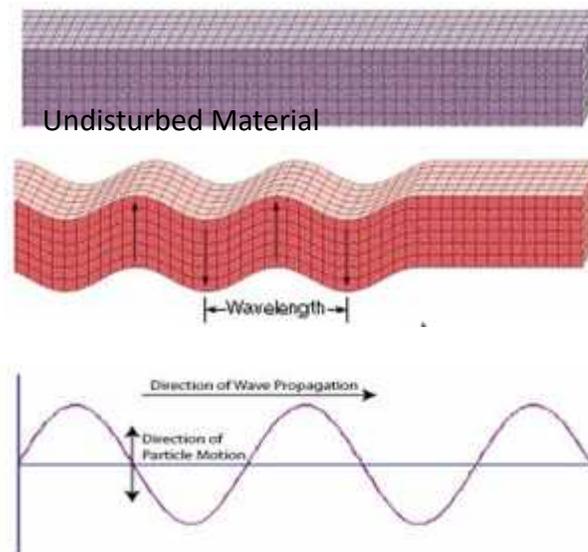
Gelombang S

Gelombang S adalah dikenal dengan gelombang Sekunder ini jauh lebih lambat dan jauh lebih merusak daripada gelombang P. Gelombang S menghasilkan getaran yang tegak lurus terhadap arah perjalanan gelombang. Dalam ilmu fisika gelombang ini dikenal dengan gelombang Transversal (Gambar 4.7).





Gambar 4.6. Model materi yang belum terganggu (atas), saat dilalui gelombang P (tengah), model perambatan gelombang P (bawah)



Gambar 4.7. Model materi yang belum terganggu (atas), saat dilalui gelombang S (tengah), model perambatan gelombang S (bawah)

Kecepatan propagasi gelombang seismik berkisar dari kira-kira 2 km / s sampai 13 km / s, tergantung kepadatan dan elastisitas mediumnya. Di dalam interior bumi gelombang P jauh lebih cepat daripada gelombang S (sekitar relasi 1.7: 1). Perbedaan waktu tempuh dari pusat gempa ke observatorium adalah ukuran jarak dan dapat digunakan untuk menggambarkan kedua sumber gempa dan struktur di dalam Bumi.

Gelombang P pada batuan padat, perjalanannya sekitar 6 sampai 7 km per detik, kecepatannya meningkat dalam mantel dalam sampai ~ 13 km/s. Kecepatan gelombang S berkisar 2-3 km/s pada sedimen dan 4-5 km/s di kerak bumi hingga 7 km/s di dalam mantel dalam.

Gelombang Permukaan

gelombang permukaan dapat mengacu pada gelombang mekanis yang merambat sepanjang antarmuka antara media yang berbeda. Gelombang permukaan seismik bergerak di sepanjang permukaan bumi. Gelombang ini dapat diklasifikasikan sebagai bentuk gelombang permukaan mekanis. Gelombang ini disebut gelombang permukaan, karena kekuatannya berkurang drastis saat merambat lebih jauh di permukaan bumi. Gelombang permukaan ini melakukan perjalanan lebih lambat dari gelombang tubuh seismik (P dan S). Dalam gempa besar, gelombang permukaan dapat memiliki amplitudo beberapa sentimeter. Gelombang permukaan pada kasus gelombang seismic dibagi atas dua macam, Gelombang Rayleigh dan Gelombang Love.

Gelombang Rayleigh

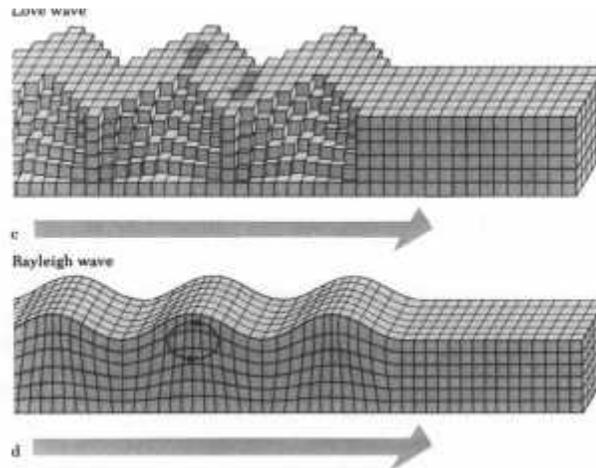
Gelombang Rayleigh, yang juga disebut ground roll, adalah gelombang permukaan yang bergerak sebagai riak dengan gerakan yang serupa dengan gelombang di permukaan air, namun, gerakan partikel terkait pada kedalaman dangkal, dan gaya pemulihan di Rayleigh dan gelombang seismik lainnya adalah elastisitas bahan, tidak gravitasi seperti gelombang air. Adanya gelombang ini diprediksi oleh John William Strutt, Lord



Rayleigh, pada tahun 1885. Gelombang Rayleigh lebih lambat dari gelombang tubuh, kira-kira 90% kecepatan gelombang S untuk media elastis homogen. Pada media berlapis (seperti kerak dan mantel atas) kecepatan gelombang Rayleigh bergantung pada frekuensi dan panjang gelombangnya. Gelombang Rayleigh bergerak melintasi permukaan dan partikel permukaan bergerak dalam lingkaran atau elips ke arah propagasi (Gambar 4.8)

Gelombang Love

Gelombang Love adalah gelombang geser terpolarisasi horizontal (gelombang SH), Gelombang ini diberi nama setelah A.E.H. Love, seorang matematikawan Inggris yang menciptakan model matematis gelombang pada tahun 1911. Gelombang ini biasanya melakukan perjalanan sedikit lebih cepat dari gelombang Rayleigh, sekitar 90% dari kecepatan gelombang S, dan memiliki amplitudo terbesar. Gelombang Love (juga dinamai gelombang Q) adalah gelombang seismik permukaan yang menyebabkan pergeseran horizontal bumi saat terjadi gempa.



Gambar 4.8. Model material saat dilalui gelombang Love (atas) dan gelombang S (Rayleigh)

4.4. Mengukur Lokasi dan Kekuatan Gempa Bumi

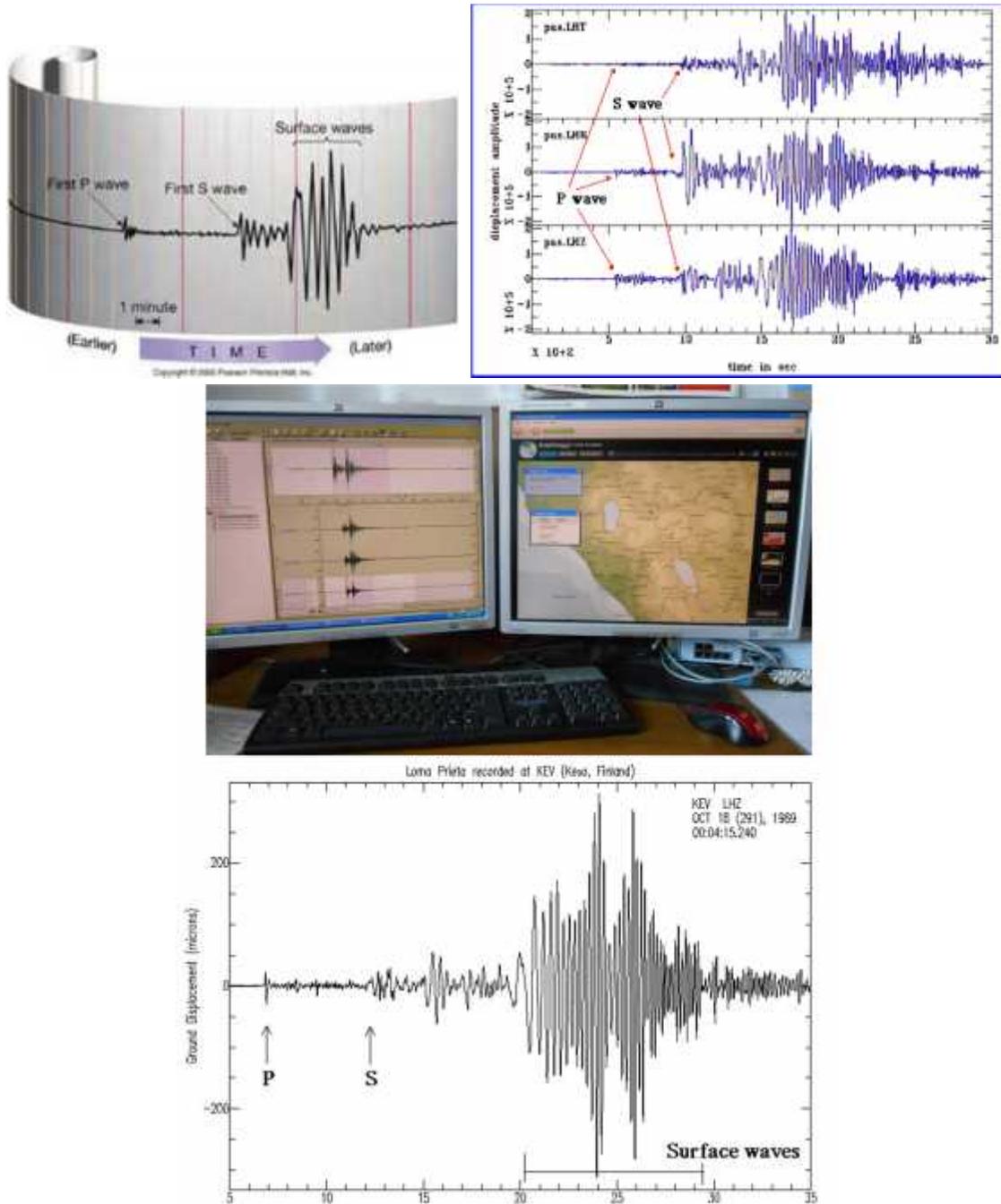
Skala instrumental yang digunakan untuk menggambarkan ukuran gempa dimulai dengan skala Richter pada tahun 1930an. Ini adalah ukuran yang relatif sederhana yang diukur dari besarnya amplitudo gelombang S yang diterima dan jarak episenter dari stasion pengamatan. Teknik ini penggunaannya dimulai pada abad ke-21. Gelombang seismik menempuh perjalanan melalui interior bumi dan dapat direkam oleh seismometer pada jarak yang jauh. Teknik lain yang digunakan seperti Skala gelombang permukaan dikembangkan pada 1950-an sebagai alat untuk mengukur gempa bumi yang jauh. Skala magnitude saat mengukur amplitudo guncangan, tetapi juga memperhitungkan momen seismik (daerah pecah total, slip rata-rata patahan, dan kekakuan batuan). Skala intensitas seismik Badan Meteorologi Jepang, menggunakan skala Medvedev-Sponheuer-Karnik, dan skala intensitas Mercalli didasarkan pada efek yang diamati.

Seismograph

Seismograf, atau seismometer, adalah instrumen yang digunakan untuk mendeteksi dan mencatat gempa bumi. Prototipe seismograf (Gambar 4.9) terdiri dari massa yang menempel pada basis tetap. Saat terjadi gempa, alas pangkalan bergerak sehingga rol keatas juga ikut bergerak dan massa bulat yang diujungnya ada pena tidak ikut bergoyang karena di redam oleh per yang menggantungkannya. Namun untuk seismograph yang mutakhir gerak basis basis tersebut berkenaan dengan massa biasanya berubah menjadi tegangan listrik. Tegangan listrik dicatat di atas kertas, pita 83relative, atau media perekam lainnya. Rekaman ini sebanding dengan gerak massa seismometer yang 83relative terhadap bumi, namun secara matematis dapat dikonversi menjadi catatan gerak absolut tanah. Seismograf umumnya mengacu pada seismometer dan perangkat perekamannya sebagai satu kesatuan.



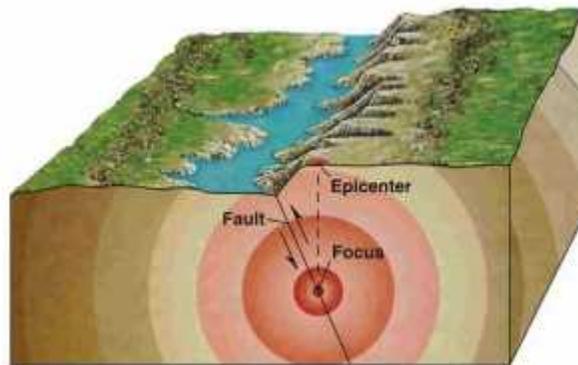
Gempa Bumi



Gambar 4.10. Contoh Seismogram dari sebuah gempa bumi. Seismogram dari sebuah stasion pengamatan (kiri atas), dari beberapa stasion (kanan atas), pengamatan modern dari berbagai stasion (tengah), dan pencatatan gelombang P, S dan gelombang permukaan (bawah)

Menentukan Epicenter Gempa Bumi

Epicenter (episentrum) adalah titik di permukaan bumi yang berada tepat di atas titik hypocenter atau focus gempa, titik di mana ledakan gempa atau bawah tanah terjadi (Gambar 4.11). Kata itu berasal dari kata benda epikentrum (Latin), latinisasi kata sifat kuno Yunani (epikentros), "menempati titik kardinal, terletak di sebuah pusat", Istilah ini diciptakan oleh ahli seismologi Irlandia Robert Mallet. Kata itu, bagaimanapun, sering disalahgunakan [pendapat] untuk berarti 'pusat', sehingga 'pusat' sekarang menjadi satu definisi kamus istilah ini.

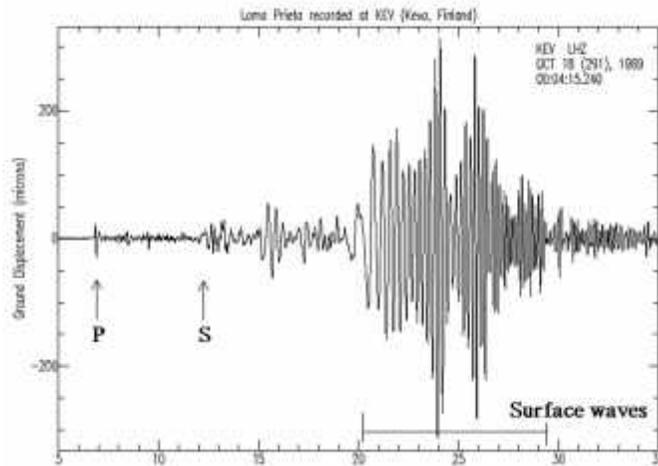


Gambar 4.11. Focus dan Epicenter gempa bumi

Untuk menentukan epicenter gempa, diperlukan data seismogram dari tiga lokasi stasion pengamatan yang berbeda. Instruksi ini menjelaskan langkah-langkah dasar yang dilakukan para ahli seismologi untuk menemukan episentrum gempa bumi:

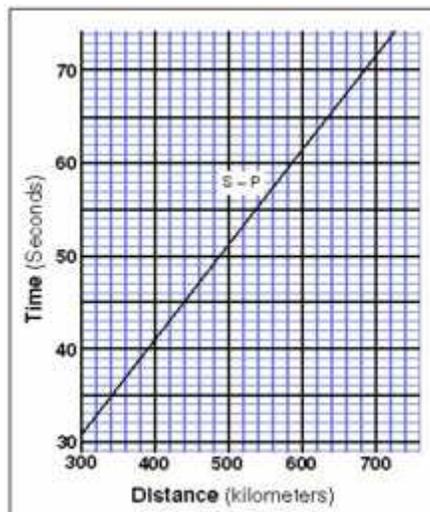
1. Ukurlah waktu yang berlalu (delay time) antara kedatangan gelombang P (primer) dan kedatangan gelombang S (sekunder) ke stasiun seismic untuk ketiga stasion. Pada gambar contoh berikut (Gambar 4.12) terlihat delay time adalah sekitar 5.5 detik.





Gambar 4.12. Seismogram, terlihat delay time antara gelombang S dan gelombang P adalah sekitar 5.5 detik.

2. Dengan menggunakan waktu S-P, tentukan jarak episentral setiap stasiun ke gempa dengan menggunakan kurva waktu tempuh (Gambar 4.13). Jika delay time S-P adalah 5.5 detik maka jarak station tersebut ke episenter gempa dapat dilihat pada grafik berikut yaitu 538 km. Untuk pembuatan grafik tersebut akan dibahas pada subbab setelah ini.



Gambar 4.13. Grafik hubungan delay time (S-P) terhadap jarak epicenter dengan stasiun pengamatan gempa bumi



3. Gunakan peta dan kompas grafis (jangka) untuk menggambar lingkaran yang sama dengan jarak episenter yang didapat. Pusat lingkaran adalah lokasi stasiun pengamatan. Misalnya station pertama berlokasi di Jakarta. Gambarlah lingkaran yang berpusat di Jakarta seperti Gambar 4.14.



Gambar 4.14. Garis melingkar dengan pusat jari lingkaran di stasiun pengamatan (missal Jakarta), jari jari lingkaran didapat dari proses nomor 3.

4. Ulangi Proses yang sama untuk stasiun pengamatan 2 dan stasiun 3. Kemudian gambarkan lingkaran pada peta. Misalnya stasiun kedua adalah Kota Pekanbaru (lingkaran merah), dan stasiun ke tiga adalah Kota Kucing (warna biru) (Gambar 4.15). Terlihat adanya pertemuan garis garis lingkaran dari tiga stasiun pengamatan. Titik pertemuan tersebut merupakan epicenter Gempa.





Gambar 4.15. Terlihat pertemuan tiga garis lingkaran, itulah lokasi episenter gempa yang dimaksud.

Perhitungan Magnitude Gempa Bumi

Skala yang dikenal dengan Richter Magnitude Scale, diperkenalkan ke dalam ilmu seismologi pada tahun 1935 oleh Dr. C. F. Richter dari Institut Teknologi California di Pasadena. Besarnya gempa adalah perkiraan jumlah total energi yang dilepaskan saat terjadi kesalahan patahan. Skala Richter dari gempa bumi adalah sebuah angka: sekitar 3 untuk gempa bumi yang cukup kuat bagi orang-orang untuk merasakan dan sekitar 8 untuk gempa bumi terkuat di Bumi.

Besarnya (magnitude) gempa dapat dihitung dari hanya satu stasion pengamatan saja (tidak memerlukan beberapa stasion). Yang diperlukan adalah amplitude (A) untuk gelombang S yang tercatat, dan delay time antara gelombang S dan Gelombang P, kemudian gunakan persamaa berikut ini:

$$M = \text{Log}_{10} A(\text{mm}) + 3 \text{Log}_{10} [8\Delta t(\text{s})] - 2.92$$



Efek Gempa

Efek gempa bumi dapat di skalakan dengan berbagai jenis skala, namun pada buku ini akan dibahas dengan skala Richter dan Mercalli. Tabel 4.1 adalah kekuatan gempa dalam skala Richter dan efek yang bias ditimbulkannya. Tabel 4.2 adalah kekuatan gempa dalam skala Mercalli dan efek yang bias ditimbulkannya. Tabel 4.3. Konversi skala Richter ke skala Mercalli.

Table 4.1. Magnitude gempa dan efek yang dapat diakibatkannya

No	Skala Richter	Efek Yang Disebabkan
1	<3.5	Umumnya tidak terasa, tapi direkam
2	3.5-5.4	Sering terasa, namun jarang menimbulkan kerusakan
3	< 6	Sedikit kerusakan pada bangunan yang dirancang dengan baik. Dapat menyebabkan kerusakan besar pada bangunan yang dibangun dengan konstruksi buruk di wilayah kecil.
4	6.1-6.9	Dapat merusak di daerah hingga sekitar 100 kilometer dari epicenter
5	7,0-7,9	Gempa utama. Dapat menyebabkan kerusakan serius pada area yang lebih luas.
6	>8	Gempa besar. Dapat menyebabkan kerusakan serius di daerah sekitar seratus kilometer.



Table. 4.2. Skala Mercalli

Skala	Tremor	Deskripsi
I	instrumental	Orang tidak merasakan guncangan bumi.
II	Sangat ringan	Beberapa orang mungkin memperhatikan gerakan jika mereka beristirahat dan / atau di lantai atas gedung tinggi.
III	Ringan	Banyak orang di dalam rumah merasakan gerakan. Benda yang tergantung berayun maju mundur. Orang di luar rumah mungkin tidak menyadari bahwa gempa bumi terjadi..
IV	Biasa/ Menengah	Kebanyakan orang di dalam ruangan merasakan gerakan. Benda tergantung berayun. Piring, jendela, dan pintu berderak. Gempa terasa seperti truk berat yang menabrak dinding. Beberapa orang di luar rumah mungkin merasakan gerakan. Mobil parkir bergerak.
V	Sedikit Kuat	Hampir semua orang merasa gerakan. Orang tidur terbangun. Pintu terbuka atau tertutup. Piring rusak. Gambar di dinding bergerak. Benda kecil bergerak atau dibalik. Pohon mungkin goyang. Cairan mungkin tumpah dari wadah terbuka.
VI	much fort	Semua orang merasa gerakan. Orang mengalami kesulitan berjalan. Benda jatuh dari rak. Gambar jatuh dari dinding. Perabotan bergerak. Plester di dinding mungkin retak. Pepohonan dan semak bergoyang. Kerusakan sedikit di bangunan yang dibangun dengan buruk. Tidak ada kerusakan struktural



VII	Gempa Kuat	Orang kuat mengalami kesulitan berdiri. Pengemudi merasakan mobil mereka bergetar. Beberapa furnitur rusak. Batu bata longgar jatuh dari bangunan. Kerusakan sedikit sampai sedang di gedung-gedung yang dibangun dengan baik; kerusakan cukup besar di bangunan yang dibangun dengan buruk
VIII	Gempa hebat	Pengemudi mengalami masalah kemudi. Rumah yang tidak bangun dengan baik bisa bergeser di pondasi. Struktur tinggi seperti menara dan cerobong asap mungkin berputar dan jatuh. Bangunan yang dibangun dengan baik mengalami sedikit kerusakan. Struktur yang dibangun dengan buruk mengalami kerusakan parah. Cabang pohon pecah. Hillsides bisa retak jika tanahnya basah. Ketinggian air di sumur bisa berubah.
IX	Petaka	Bangunan yang dibangun dengan baik mengalami kerusakan yang cukup besar. Rumah yang tidak berpondasi baik terlempar dari pondasinya. Beberapa pipa bawah tanah rusak. Tanah retak Reservoir mengalami kerusakan serius..
X	Petaka besar	Kebanyakan bangunan dan fondasinya hancur. Beberapa jembatan hancur. Bendungan rusak parah. Tanah longsor besar terjadi. Air terhempas ke tepi kanal, sungai, danau. Permukaan tanah retak di area yang luas. Trek kereta api sedikit membungkuk.
XI	Bencana	Kebanyakan bangunan runtuh. Beberapa jembatan hancur. Retakan besar muncul di tanah. Jaringan pipa bawah tanah hancur. Trek



		kereta api sangat bengkok..
XII	Malapetaka besar	Hampir semuanya hancur. Benda dilempar ke udara. Tanah bergerak dalam gelombang atau riak. Sejumlah besar batu bisa bergerak

Tabel 4.3. Konversi skala Richter ke Skala Mercalli

Skala Richter	Energy (joule)	Skala Mercalli
< 3.5	< 1.6 E+7	I
3.5	1.6 E+7	II
4.2	7.5 E+8	III
4.5	4 E+9	IV
4.8	2.1 E+10	V
5.4	5.7 E+11	VI
6.1	2.8 E+13	VII
6.5	2.5 E+14	VIII
6.9	2.3 E+15	IX
7.3	2.1 E+16	X
8.1	> 1.7 E+18	XI
> 8.1	.	XII

4.5. Efek Gempa Bumi Terhadap Kehidupan

Getaran dan pecahnya tanah

Getaran dan pecahnya tanah adalah efek utama yang diciptakan oleh gempa bumi, dapat mengakibatkan kerusakan pada bangunan dan struktur kaku lainnya. Tingkat keparahan efek lokal bergantung pada kombinasi kompleks magnitude gempa, jarak dari pusat gempa, dan kondisi geologi dan geomorfologi

lokal, yang dapat memperkuat atau mengurangi perambatan gelombang.

Fitur geologi, geomorfologi, dan geostruktural yang spesifik dapat menyebabkan tingkat getaran yang tinggi pada permukaan tanah bahkan gempa dengan intensitas rendah. Efek ini disebut amplifikasi situs atau lokal. Hal ini terutama disebabkan oleh pengalihan gerak seismik dari tanah keras ke tanah superfisial yang lembut dan efek fokalikasi energi seismik karena pengaturan geometris deposito yang khas. Pecahnya tanah terlihat di sepanjang jejak sesar, yang mungkin berupa beberapa meter dalam kasus gempa skala menengah. Pecahnya tanah merupakan risiko utama untuk struktur teknik besar seperti bendungan, jembatan dan stasiun tenaga nuklir dan memerlukan pemetaan yang hati-hati (Gambar 4.16).

Tanah longsor

Gempa bumi, dapat juga disertai dengan badai yang parah, aktivitas gunung berapi, serangan gelombang pantai, dan kebakaran hutan, dan juga dapat menyebabkan ketidakstabilan lereng yang menyebabkan tanah longsor (Gambar 4.17). Tanah longsor ini biasanya pada lereng lereng yang tidak stabil yang merupakan bahaya geologi utama. Bahaya tanah longsor bisa berlanjut walaupun gempa bumi sudah tidak dirasakan lagi, karena efek ketidak stabilan tanah yang telah di lewati gelombang seismic sebagai akibat dari gempa bumi.

Kebakaran

Gempa bumi dapat menyebabkan kebakaran dengan cara merusak tenaga listrik atau jalur gas (Gambar 4.18). Jika terjadi pemadaman listrik dan kehilangan tekanan air pada suplai air, mungkin juga sulit menghentikan penyebaran api begitu kebakaran dimulai. Sebagai contoh, lebih banyak kematian di gempa bumi San Francisco 1906 disebabkan oleh kebakaran daripada gempa itu sendiri.

Likuifaksi tanah

Likuifaksi tanah (Pencairan tanah, atau pelemahan kekuatan tanah) terjadi ketika ada getaran, sehingga bahan granular jenuh air (seperti pasir) untuk sementara dapat kehilangan kekuatannya dan berubah dari padatan menjadi bersifat cairan (Gambar 4.19). Pencairan tanah dapat menyebabkan struktur yang kaku, seperti bangunan dan jembatan yang berada di atasnya menjadi miring atau bahkan tenggelam ke dalam deposit yang dicairkan. Misalnya, pada gempa Alaska 1964, pencairan tanah menyebabkan banyak bangunan tenggelam ke dalam tanah sendiri.

Tsunami

Tsunami adalah gelombang laut yang besar dihasilkan oleh pergerakan mendadak akibat adanya gangguan baik yang disebabkan oleh gempa bumi atau yang lainnya. Di laut terbuka jarak antara puncak gelombang dapat melampaui 100 kilometer, dan periode gelombang dapat bervariasi dari lima menit sampai satu jam. Tsunami tersebut bias menempuh jarak 600-800 kilometer per jam, tergantung pada kedalaman air. Gelombang besar yang dihasilkan oleh gempa bumi atau longsor di kapal selam bisa menyerbu daerah pesisir terdekat dalam hitungan menit. Tsunami juga bisa menempuh jarak ribuan kilometer melintasi samudra terbuka dan menimbulkan kerusakan di tepi laut beberapa jam setelah gempa yang menimbulkannya. Biasanya, gempa subduksi di bawah magnitudo 7.5 pada skala Richter tidak menyebabkan tsunami, meskipun beberapa kejadian ini telah dicatat. Sebagian besar tsunami yang merusak disebabkan oleh gempa berkekuatan 7,5 atau lebih.



Gempa Bumi



Gambar 4.16. Retak dan rekahan tanah akibat gempa bumi



Gambar 4.17. Tanah longsor akibat gempa bumi



Gambar 4.18. Kebakaran yang dipicu oleh gempa bumi yang merusak system kelistrikan ataupun pipa gas.



Gambar 4.19. Likuifaksi Tanah

Banjir

Banjir adalah luapan dari sejumlah air yang mencapai daratan. Banjir terjadi biasanya ketika volume air di dalam sungai atau danau, melebihi kapasitas total formasi, dan akibatnya sebagian air mengalir atau berada di luar batas normal. Namun, banjir yang mungkin merupakan dampak sekunder dari gempa bumi, adalah jika bendungan rusak dan roboh sehingga menyebabkan banjir. Gempa bumi dapat menyebabkan tanah longsor ke sungai-sungai bendungan, yang runtuh dan menyebabkan banjir.

Dampak pada manusia

Gempa bumi dapat menyebabkan cedera dan hilangnya nyawa, kerusakan jalan dan jembatan, kerusakan properti secara umum, dan keruntuhan atau destabilisasi (berpotensi menyebabkan keruntuhan di masa mendatang) bangunan. Akibatnya bisa membawa penyakit, kekurangan kebutuhan dasar, konsekuensi mental seperti serangan jiwa dan jantung, depresi, dan premi asuransi yang lebih tinggi.



Gambar 4.20. Bangunan hancur akibat gempa bumi

Pertanyaan BAB IV

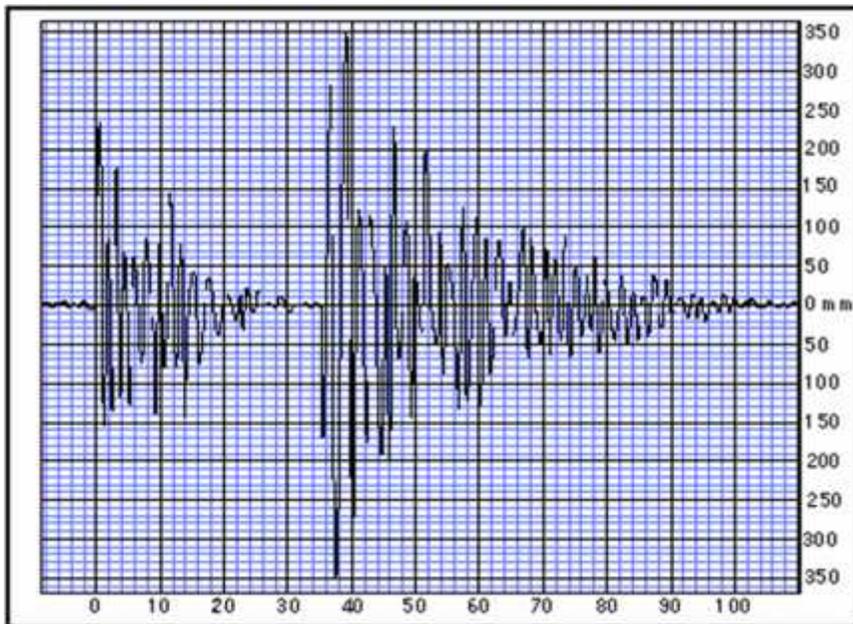
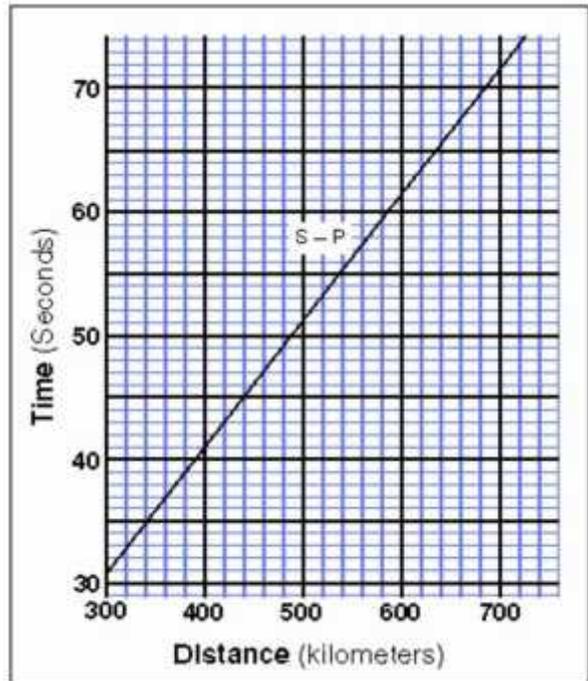
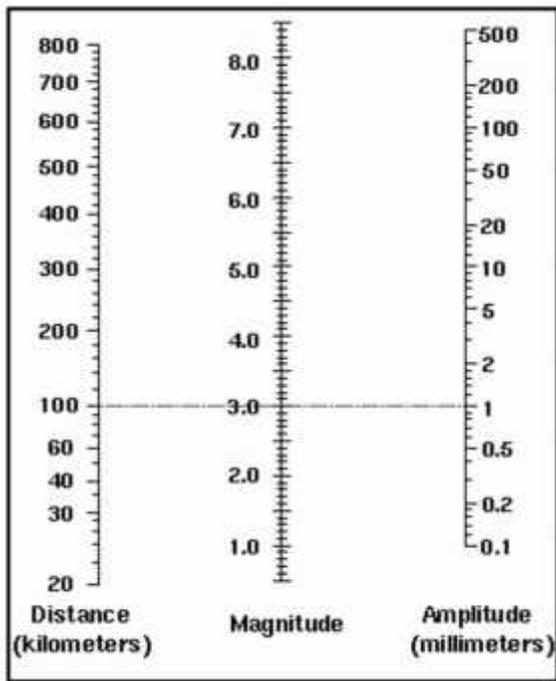
1. Kenapa kita bisa memprediksikan dimana gempa bumi akan terjadi, namun tidak bisa memprediksikan waktunya?
2. Akankah ada tsunami atau gempa bumi di Singapura?
3. Apakah gempa bumi berpengaruh pada pesawat terbang yang sedang terbang di atas?
4. Bagaimana menentukan lokasi epicenter gempa bumi?
5. Bagaimana menentukan kekuatan gempa bumi?
6. Diberikan peta, data seismic dan grafik hubungan radius dengan delay time, dan grafik hubungan radius dengan skala richter seperti gambar pada halaman berikut ini. Carilah posisi epicenter gempa bumi.





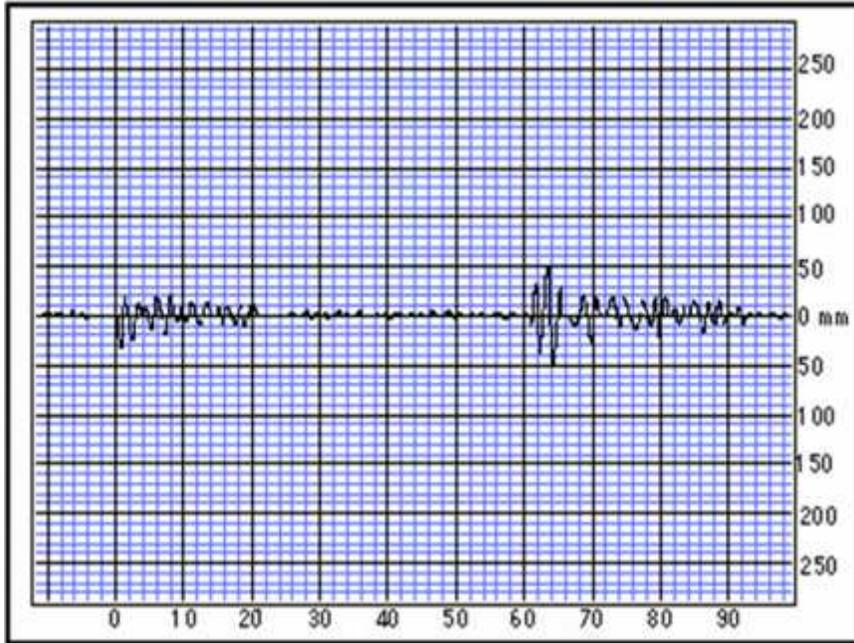
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengutip dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

Gempa Bumi

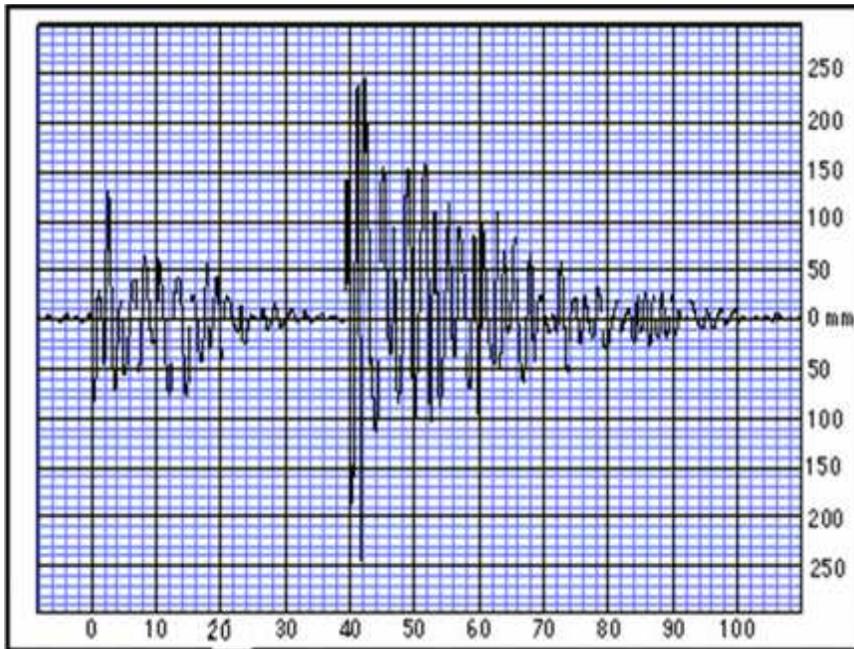


Las Vegas

Gempa Bumi



Pheonix



Fresno

Daftar Pustaka dan Tambahan Bacaan

1. Ludman, Allan, 1982, Physical Geology, McGraw-Hill
2. Ohnaka, M. (2013). The Physics of Rock Failure and Earthquakes. Cambridge University Press. p. 148.
3. Spence, William; S. A. Sipkin; G. L. Choy (1989). "Measuring the Size of an Earthquake". United States Geological Survey. Archived from the original on 2009-09-01. Sibson, R. H. (2002) "Geology of the crustal earthquake source" International handbook of earthquake and engineering seismology, Volume 1, Part 1, page 455, eds. W H K Lee, H Kanamori, P C Jennings, and C. Kisslinger, Academic Press, ISBN / ASIN: 0124406521
4. Schorlemmer, D.; Wiemer, S.; Wyss, M. (2005). "Variations in earthquake-size distribution across different stress regimes". Nature. 437 (7058): 539–542.
5. Talebian, M; Jackson, J (2004). "A reappraisal of earthquake focal mechanisms and active shortening in the Zagros mountains of Iran". Geophysical Journal International. 156 (3): 506–526.



Magma memberikan sumber batuan utama pada permukaan bumi

