

TINJAUAN KARAKTERISTIK BEBERAPA GEMPA BESAR

Winy J. Tamboto, Reky S. Windah

Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi

Abstract

A response spectrum is a plot of the peak values of the response (displacement, velocity, or acceleration) of a number of SDOF systems with different natural vibration periods subjected to the same seismic input. Therefore, an acceleration response spectrum represents the peak accelerations that a suite of SDOF systems with a range of natural periods may exhibit when subject to a given ground motion component.

In general, the acceleration response spectrum associated with a specific time-history recorded at a given location has a jagged shape with significant peaks and valleys. The response spectrum for another ground motion recorded at the same site during a different earthquake will exhibit also an irregular shape, but the peaks and valleys will not necessarily coincide with those in the previous one. Therefore, appropriately smoothed spectra are usually defined for design and evaluation purposes. These spectra are termed design response spectra. They do not represent the particular acceleration response from a single ground motion time-history, but rather they are intended to be more representative of general characteristics for a reasonable range of expected ground motions at a given site.

Keywords: response spectrum, SDOF system, time-history, ground motions

PENDAHULUAN

Spektrum Respons (Response Spectra) adalah grafik yang memperlihatkan respons maksimum dari sebuah sistem berderajat kebebasan satu. Absis dari spectrum adalah frekwensi atau perioda struktur dan ordinat adalah respons maksimum dalam bentuk simpangan, kecepatan dan percepatan struktur.

Plot respons maksimum dari ketiga respons maksimum dari sebuah sistem berderajat kebebasan satu dalam besaran perpindahan (displacement), kecepatan (velocity) dan percepatan (acceleration) dalam sebuah grafik logaritma disebut *Tripartite Respose Spectra*.

Input data dari grafik ini adalah percepatan gempa tertentu, sehingga grafik yang dihasilkan adalah spesifik hanya berlaku atau digunakan untuk merencanakan dan mendisain sebuah struktur berderajat kebebasan satu dengan beban gempa tertentu. Percepatan gempa yang merupakan input data memiliki sifat dan karakteristik yang berbedah satu

dengan yang lain, tidak ada percepatan gempa yang sama. Sehingga berdasarkan hasil Respons Spectra dan Disain Spectra dapat dipelajari mengenai sifat dan karakteristik masing-masing gempa.

Gempa-gempa besar memiliki sifat dan karakteristiknya masing-masing. Sifat dan perilaku dari gempa-gempa besar dapat dipelajari secara akademis.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- untuk mengetahui perilaku dari beberapa gempa besar yang pernah terjadi dan pernah didata oleh manusia.
- Membuat spektrum respons dari beberapa gempa besar.

Manfaat Umum

Meningkatkan pengetahuan mengenai karakteristik dari beberapa gempa besar yang bermanfaat bagi perencana bangunan teknik

sipil. Hal ini tentunya berdampak pada kekuatan dan kestabilan dari bangunan yang direncanakan memikul gempa besar.

Manfaat Khusus

Penelitian ini bermanfaat untuk memperoleh informasi dan pengetahuan mengenai perilaku dari gempa besar terutama karakteristik dari gempa tersebut. Karakteristik dari setiap gempa besar sangat penting dan dibutuhkan untuk memperoleh sebuah disain bangunan tahan gempa yang memadai.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi kepustakaan, dengan memanfaatkan perpustakaan fakultas teknik dengan mempelajari beberapa buku standard dalam rekayasa gempa dan mengakses melalui internet berbagai laporan atau jurnal-jurnal dari berbagai negara mengenai kegempaan.

Adapun tahapan-tahapan penelitian secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari beberapa buku standard mengenai rekayasa gempa dan dinamika struktur.
2. Mengakses internet untuk memperoleh laporan maupun jurnal terbaru mengenai gempa. Pada tahap ini diperlukan perangkat komputer yang dihubungkan dengan jaringan internet.
3. Mengakses data percepatan gempa besar yang pernah dicatat oleh alat pencatat gempa.
4. Mengolah data percepatan gempa dengan menggunakan program aplikasi.
5. Membandingkan hasil output Response Spectra dan Disain Spectra untuk data percepatan gempa besar yang bervariasi.
6. Menarik kesimpulan dan saran dari hasil yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini dibahas beberapa gempa besar dengan hasil respons spektra dan disain spektra gempa dari setiap gempa besar.

Gempa El Centro.

Gambar 1 memperlihatkan respons spektra gempa El Centro untuk berbagai nilai redaman. Sifat dari gempa ini memiliki puncak dan lembah, untuk redaman yang lebih besar memiliki puncak dan lembah yang lebih landai di bandingkan dengan redaman yang lebih kecil.

Gambar 2 adalah disain spektra dari gempa El Centro. Simpangan maksimum dari suatu sistem dengan $T < 0,3$ detik adalah 0,9 cm. Kecepatan maksimum maksimum sebesar 40 cm/d dengan periode getar 0,3 sampai dengan 1,2 detik. Sedangkan untuk percepatan maksimum sebesar 10,5g terjadi pada Periode getar $T > 2$ detik.

Gempa Mexico.

Gempa Mexico City terjadi pada tanggal 19 September tahun 1985 dengan skala 8,1 SR yang menewaskan 9,500 orang, mencederai lebih dari 30,000 orang serta membuat 100,000 lainnya kehilangan tempat tinggal. Di samping itu, 412 bangunan roboh dan sekitar 3,200 lainnya rusak parah. Kerusakan akibat bencana alam dahsyat ini diproyeksikan mencapai area seluas 825.000 km², dan dirasakan oleh sekitar 20 juta penduduk Meksiko, serta mengakibatkan kerugian setara dengan US\$3-4 miliar.

Gempa Mexico City sangat unik karena respons spektra dan disain spektra berbentuk segitiga. Gambar 3 adalah respons spektra gempa Mexico. Respons maksimum terjadi pada periode getar 2 detik.

Gambar 4 adalah disain spectra gempa Mexico City dengan simpangan maksimum 0,7 cm, kecepatan maksimum 150 cm/detik dan percepatan maksimum adalah 13 g.

Gempa Kobe

Gempa Kobe terjadi pada tahun 1923. Gempa ini dikenal juga dengan nama Great Kanto Earthquake (Gempa Great Kanto). Lokal magnitudenya sebesar 7,2 dan berlangsung selama 20 detik. Fokus dari gempa ini sekitar 20 km dibawah Awaji-shima sebuah pulau dekat Kota Kobe. Gempa ini menyebabkan sekitar 5100 meninggal (khusus di kota Kobe).

Gempa Kobe memiliki spectra disain yang berbeda dengan gempa lain. Gempa Kobe berbentuk seperti trapezium tetapi dengan daerah ‘punggung’ yang sangat lebar. Gambar 6 memperlihatkan Grafik Spektra Disain gempa Kobe. Simpangan maksimum konstan untuk periode getar $T < 0,015$ detik, Kecepatan konstan pada periode getar antara $T = 0,13$ detik sampai dengan $T = 5$ detik. Sedangkan untuk percepatan maksimum terjadi pada $T > 6$ detik dengan nilai sebesar 2g.

Gempa Nothridge

Gempa bumi Northridge terjadi pada 04:30 waktu setempat pada tanggal 17 Januari 1994. Northridge terletak sekitar 30 km sebelah barat Los Angeles. Gempa ini memiliki moment magnitudo 6,9. Kedalaman hypocentral adalah 19 km dengan durasi sekitar 10 detik sampai 20 detik. Gempa ini terjadi di sepanjang patahan bumi yang dikenal dengan sebutan Gempa bumi Northridge adalah gempa terburuk di lembah Los Angeles sejak gempa bumi San Fernando pada tahun 1971, yang memiliki magnitudo 6,7.

Gempa bumi Northridge menyebabkan kerusakan yang luas untuk struktur parkir dan jalan layang bebas hambatan. Sebagai contoh,

bagian jalan tol runtuh ke Lembah Antelope Freeway Golden State selatan Newhall Juga, bagian dari Santa Monica Freeway di Los Angeles Barat runtuh. Selain itu, 2500-mobil parkir garasi di California State University di Northridge runtuh. Struktur ini berada sekitar 3 km dari pusat gempa. Selanjutnya, gempa bumi Northridge memicu tanah longsor di Pegunungan Santa Susana, Pegunungan Santa Monica, dan barat Pegunungan San Gabriel. Longsoran tanahnya memblokir jalan dan saluran air yang rusak. Tanah longsor juga merusak rumah-rumah, terutama di daerah Palisades Pasifik.

Gambar 7. dan Gambar 8. adalah respons spektra dan disain spektra gempa Nothridge. Gempa ini memiliki kemiripan dengan Gempa El centro. Respons spectra dan disain spektra berbentuk trapesium.

Gempa San Fernando

Gempa San Fernando terjadi pada tanggal 9 Februari 1971 dengan magnitude 6.6. Gempa ini dikenal dengan nama San Fernando earthquake atau Gempa karena terjadi di dekat Sylmar, California pada 6:00:55 a.m. Gempa ini menyebabkan munculnya permukaan yang bergelombang di sepanjang lebih dari 10 mil dengan perbedaan rata-rata 3 kaki baik horisontal maupun vertikal.

Berikut ini adalah tabel disain spectra untuk gempa-gempa yang ditinjau (Tabel 1).

Tabel 1. Perbedaan Beberapa Gempa Besar

Nama Gempa	BENTUK	Sd (cm)	Sv (cm/d)	Sa (cm/dt ²)
El Centro	Trapesium	0,35	310	101 g
Mexico	Segitiga	0,18	15	11 g
Kobe	Trapesium	0,17	60	22 g
Nothridge	Trapesium	0,9	40	29 g
San Fernando	Trapesium	1,2	1200	380 g

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan diperoleh beberapa kesimpulan yaitu:

1. Setiap gempa besar memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda-beda satu dengan yang lain.
2. Secara umum disain spectra untuk Gempa Northridge, Gempa El Centro, Gempa San Fernando dan Gempa Kobe berbentuk Trapesium, sedangkan untuk gempa Meksiko berbentuk Segitiga.
3. Gempa San Fernando adalah gempa terkuat yang memiliki percepatan gempa paling besar dibandingkan percepatan ke lima gempa yang lain yang diteliti.
4. Gempa Mexico memiliki kecepatan gempa yang paling lambat, yaitu sebesar 15 cm/s dibandingkan dengan kecepatan gempa yang lain.

SARAN

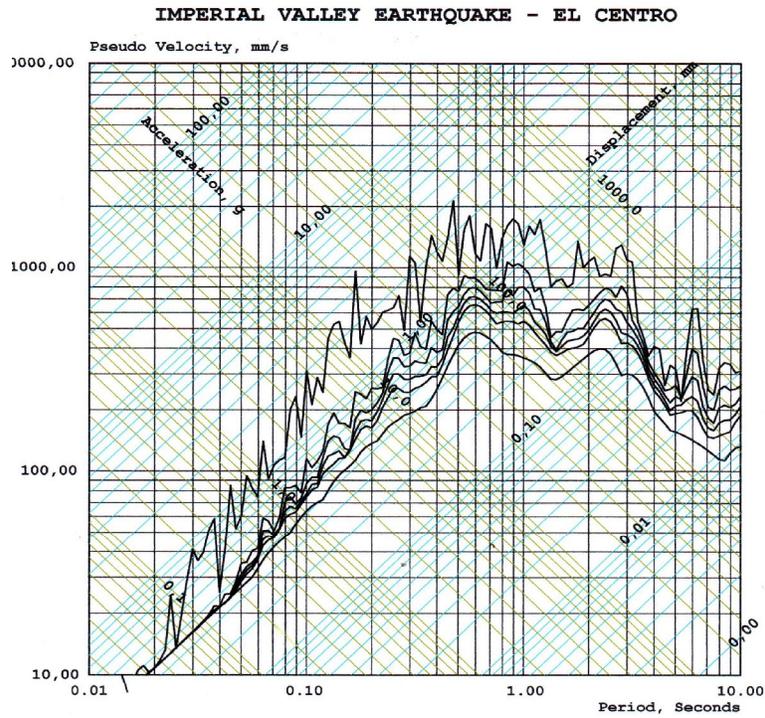
Pada penelitian selanjutnya diperlukan data gempa yang lebih banyak agar akurasi penelitian lebih baik termasuk data percepatan gempa di wilayah Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

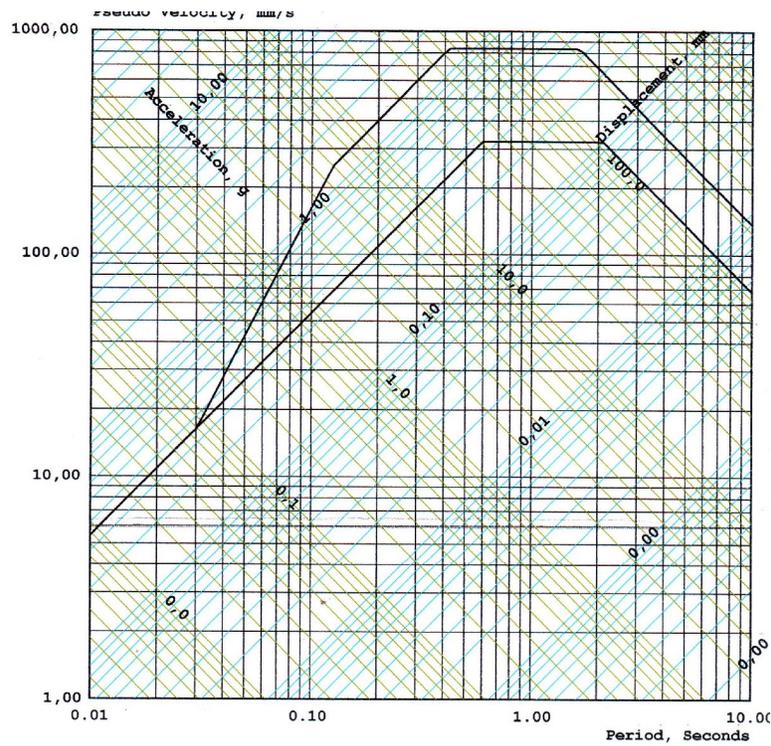
- **Strong Motion Earthquake Accelerograms Digitized and Plotted Data.** A Report on Research Conducted Under a Grant from the National Science Foundation. Pasadena California. July 1969.
- Chopra, A. K. 2001. *Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering.* Prentice-Hall. New Jersey.
- Clough, Ray. W., Penzien, Joseph. 1993. *Dynamics of Structures – 2nd Edition.* McGraw-Hill, Inc. Singapore.

- FEMA-440. 2005. *Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures.* Department of Homeland Security Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- Naeim, Farzad, Ph.D., P.E. 1989. *The Seismic Design Handbook.* Van Nostrand Reinhold. New York.
- Newmark M.N., 1971. Rosenblueth E., *Fundamentals of Earthquake Engineering.*
- Paz, Mario. 1987. *Dinamika Struktur: Teori dan Perhitungan,* terjemahan Ir. Manu A. P. Jakarta: Erlangga.
- Thomson, T. William. 1995. *Teori Getaran dengan Penerapan,* terjemahan Dra. Leu Prasetio, MSc. Jakarta: Erlangga.

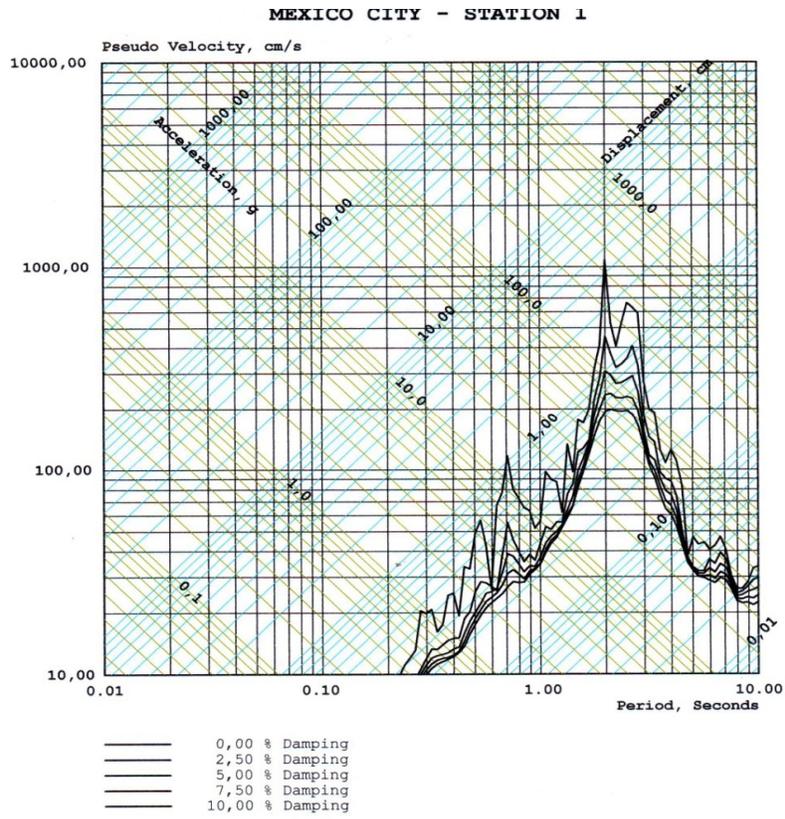
LAMPIRAN



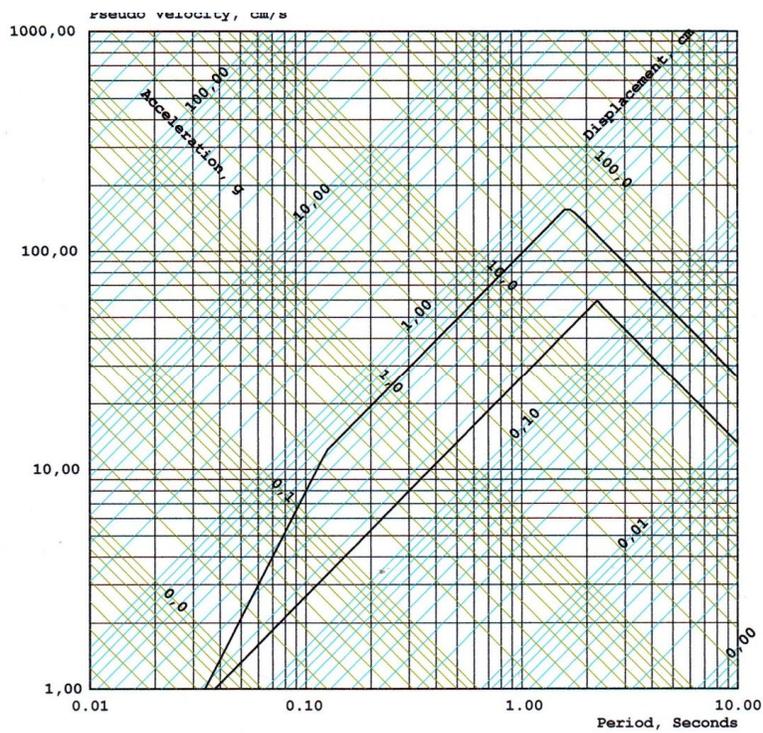
Gambar 1. Respons Spektra Gempa El Centro



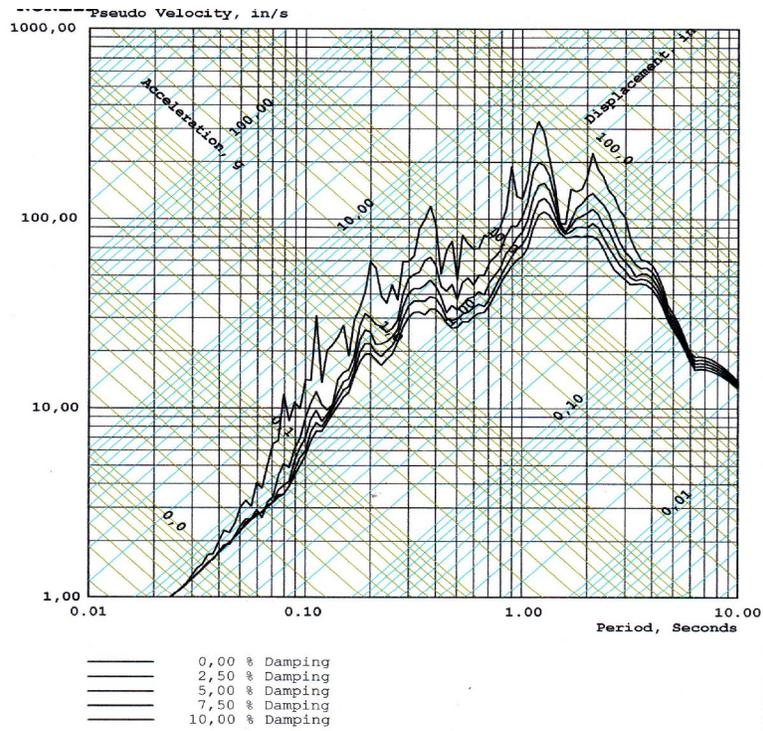
Gambar 2. Disain Spektra Gempa El Centro



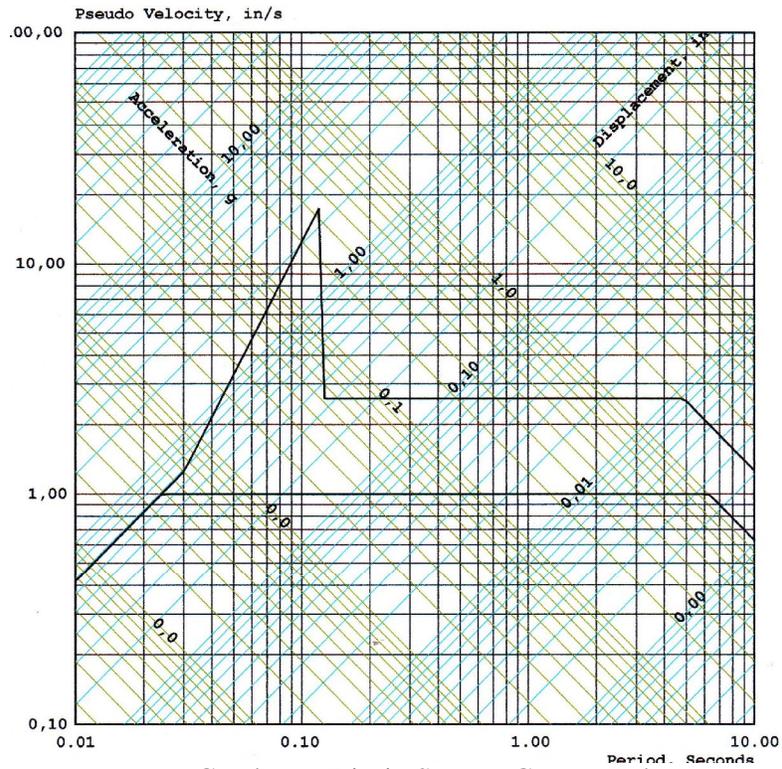
Gambar 3. Respons Spectra Gempa Mexico City.



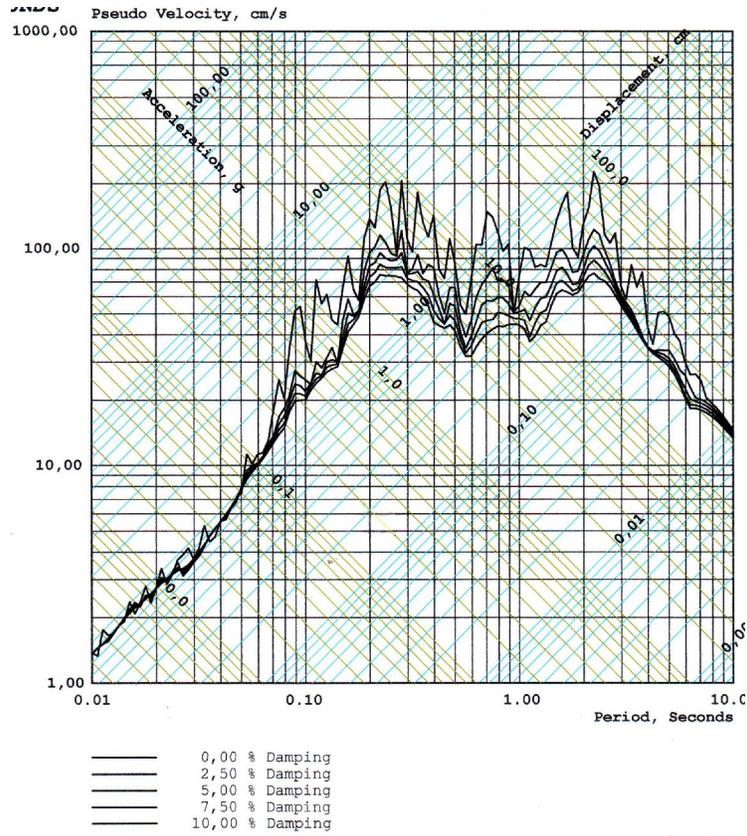
Gambar 4. Disain Spectra Gempa Mexico City.



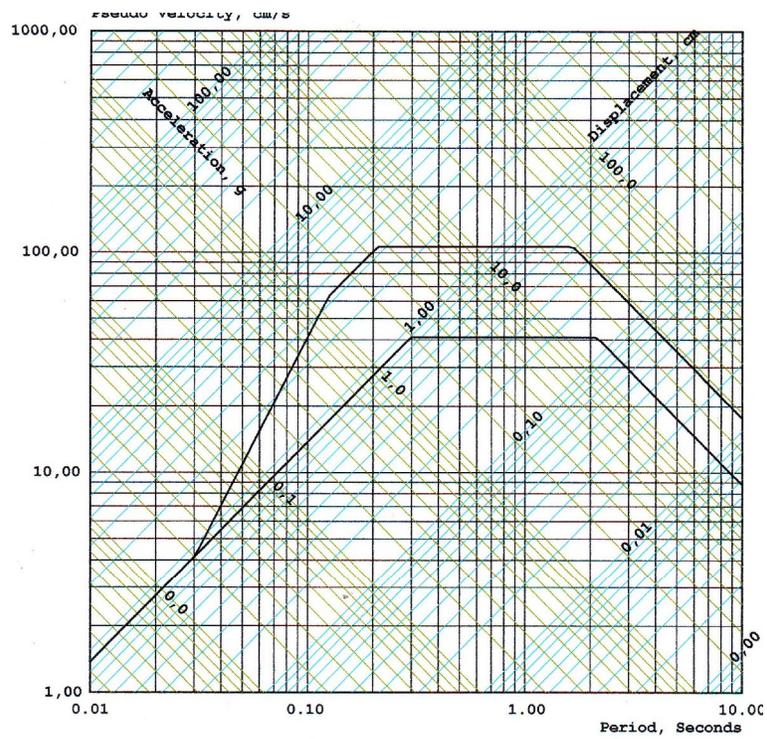
Gambar 5. Respons Spectra Gempa Kobe



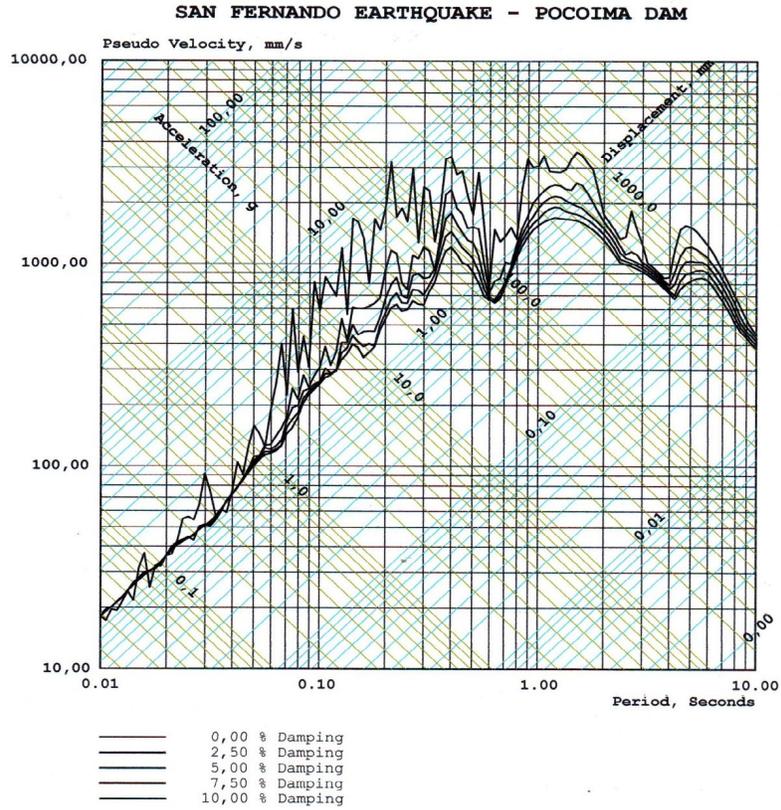
Gambar 6. Disain Spectra Gempa Kobe



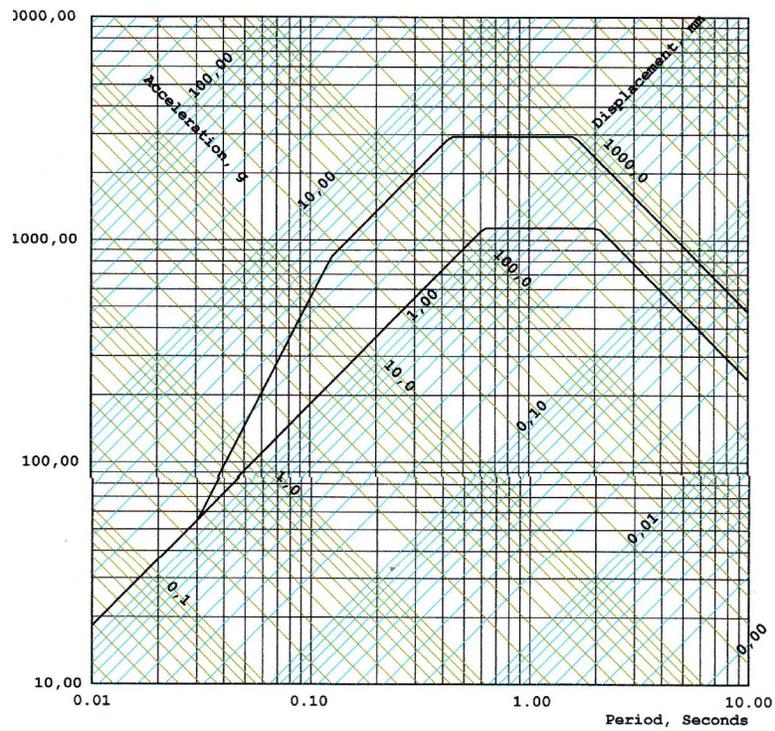
Gambar 7 Respons Spectra Gempa Northridge



Gambar 8. Disain Spectra Gempa Northridge



Gambar 9. Resonans spectra gempa San Fernando



Gambar 10. Disain spectra gempa San Fernando