# PEMETAAN PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM DAN INTENSITAS SEISMIK KOTA PADANG PANJANG MENGGUNAKAN METODE KANAI

**Daz Edwiza[1)], Sri Novita[2)]**
[1)]Laboratorium Geofisika Jurusan Teknik Sipil Unand
[2)] Alumni Program Studi Fisika Unand

*ABSTRAK*

*Perhitungan percepatan tanah maksimum di daerah kota Padang Panjang dan sekitarnya telah dilakukan menggunakan metode Kanai. Penelitian ini dilakukan untuk memetakan daerah kota Padang Panjang dan sekitarnya berdasarkan variasi nilai percepatan tanah maksimum dan intensitasnya. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data gempabumi dari tahun 1900 -2005 dan data gempabumi tanggal 6 Maret 2007, serta data periode dominan tanah dari titik perhitungan. Hasil yang diperoleh adalah harga variasi percepatan tanh maksimum dan intensitas seismik kota Padang Panjang dan sekitarnya berdasarkan data gempa tersbut adalah berkisar antara 163,81 – 390,65 gals dan 6,4 – 7,8 MMI. Sedangkan untuk gempa 6 Maret 2007 memberikan hasil intensitas 6,5 – 7,9 MMI.*

## 1. PENDAHULUAN

Bencana alam gempabumi merupakan fenomena alam yang tidak dapat dihentikan kejadiannya, namun bahaya dan resiko yang diakibatkan oleh gempabumi dapat dihindari dan dikurangi (dimitigasi). Setiap tahun bumi digoncang oleh lebih dari 10 gempabumi dengan magnitudo besar yang banyak menelan korban jiwa, merusak bangunan dan infrastruktur serta menjadi bencana alam yang menimbulkan dampak negatif terhadap perekonomian dan sosial pada daerah di sekitar gempabumi terjadi (Natawidjaya, 2005).

Indonesia merupakan salah satu negara di dunia yang mempunyai tingkat kegempaan tinggi. Hal ini disebabkan Indonesia terletak antara tiga lempeng besar tektonik, masing-masing lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia dan lempeng Pasifik.

Kota Padang Panjang merupakan salah satu kota di Sumatera bagian Barat yang mempunyai tingkat resiko tinggi terhadap fenomena alam bencana gempabumi. Diketahui bahwa kota Padang Panjang dilalui oleh lajur sumber gempabumi sesar aktif Sumatera dan sesar Bukit Jarat yang sewaktu-waktu dapat menimbulkan bencana gempabumi. Berdasarkan data katalog Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG), gempabumi tektonik pernah terjadi di daerah ini pada tahun 1926 dan 1943.

Secara garis besar intensitas atau tingkat kerusakan yang terjadi akibat gempa bergantung dari kekuatan dan kualitas bangunan, kondisi geologi dan geotektonik lokasi bangunan serta percepatan tanah daerah lokasi gempabumi terjadi. Dari beberapa faktor tersebut percepatan tanah akibat gempa merupakan parameter yang perlu dikaji untuk setiap kejadian gempabumi (Fauzi, 2005).

Penelitian mengenai percepatan tanah maksimum telah dilakukan dengan berbagai metode diantaranya memakai metode Gutenberg-Richter, Murphy – O'Brien dan Mc.Guirre. Dimana ketiga dari metode tersebut hanya berdasarkan data-data dari parameter gempabumi. Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode Kanai yang memperhitungkan karakterisik lapisan tanah (*alluvial deposit*), yang ikut berpengaruh terhadap percepatan tanah maksimum suatu tempat. Dari nilai percepatan tanah maksimum yang diperoleh dapat ditentukan besarnya nilai intensitas yang dihasilkan oleh gempa.

Tujuan dalam tulisan ini adalah untuk memetakan percepatan tanah maksimum dan intensitas seismik daerah Padang Panjang dan sekitarnya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian mengenai intensitas seismik dan percepatan tanah maksimum telah dilakukan dengan berbagai metode yang berbeda, seperti yang telah dilakukan oleh Suryadi (2006) dengan metode Guttenberg-Richter. Dalam penelitian ini data gempa yang digunakan adalah adalah data gempa 30 tahun (1975-2005), dengan magnitudo besar dari 5 SR. Besarnya nilai percepatan tanah maksimum daerah Sumatera Barat yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar dari 56,234 – 398,117 gal.

Dalam tulisan ini dilakukan penelitian mengenai percepatan tanah maksimum di daerah Padang Panjang dan sekitarnya dengan menggunakan metode Kanai. Data

yang digunakan dalam penelitian ini data gempabumi 6 Maret 2007. Dalam metode Kanai ini selain bergantung pada parameter gempabumi seperti magnitudo, jarak hiposenter, juga memperhitungkan nilai periode dominan tanah daerah pengukuran.

### 2.1 Percepatan Tanah maksimum

Percepatan adalah parameter yang menyatakan perubahan kecepatan mulai dari keadaan diam sampai pada kecepatan tertentu. Pada bangunan yang berdiri di atas tanah memerlukan kestabilan tanah agar bangunan tetap stabil. Percepatan getaran tanah maksimum adalah nilai percepatan getaran tanah terbesar yang pernah terjadi di suatu tempat yang diakibatkan oleh gelombang gempabumi. Nilai percepatan tanah maksimum dihitung berdasarkan magnitudo dan jarak sumber gempa yang pernah terjadi terhadap titik perhitungan, serta nilai periode dominan tanah daerah tersebut (Fauzi dkk, 2005).

Gempabumi dengan getaran yang kuat tidak sering terjadi karena memerlukan waktu yang lama untuk mengumpulkan energi yang besar, namun jika terjadi akan membahayakan kehidupan manusia. Salah satu hal penting dalam penelitian seismologi adalah mengetahui kerusakan akibat getaran gempabumi terhadap bangunan-bangunan di setiap tempat. Hal ini diperlukan untuk menyesuaikan dengan kekuatan bangunan yang akan dibangun di daerah tersebut. Lebih lanjut dikatakan Fauzi (2005) "bangunan-bangunan yang mempunyai kekuatan luar biasa dapat dibuat, sehingga bila terjadi gempabumi dengan kekuatan besar tidak akan mempunyai tanggapan atau reaksi terhadap bangunan".

Percepatan tanah permukaan di suatu tempat yang disebabkan oleh getaran seismik bergantung pada perambatan gelombang seismik dan karakteristik lapisan tanah (*alluvial deposit*) di tempat tersebut (Kanai, 1966). Sifat-sifat lapisan tanah ditentukan oleh periode dominan tanah (*predominant period*) dari lapisan tanah tersebut bila ada getaran seismik. Periode getaran seismik dan periode dominan tanah akan mempengaruhi besarnya percepatan batuan pada lapisan batuan dasar (*base rock*) dan pada permukaan (*ground surface*). Sedangkan perbedaan respon seismik pada *base rock* dengan respon seismik pada *ground surface* akan menentukan faktor perbesaran *G(T)*.

Berdasarkan hal-hal tersebut di atas, Kanai memformulasikan sebuah rumus empiris percepatan tanah pada permukaan (*dalam* Doughlas, 2003) yang dirumuskan sebagai berikut :

$$\alpha_g = G(T)\ \ \alpha_0 \quad (2.1)$$

dengan :

$$\alpha_0 = \frac{1}{T}\,10^{(0,61M)-(1,66+\frac{3,66}{R})\log R+0,167-\frac{1,83}{R}}) \quad (2.2)$$

$$G(T) = \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{T}{T_0}\right)^2+\left(\frac{0,2}{\sqrt{T_0}}\ \frac{T}{T_0}\right)^2}} \quad (2.3)$$

Bila terjadi resonansi ($T = T_0$) maka harga *G(T)* akan mencapai maksimum. Gelombang yang melalui lapisan sedimen akan menimbulkan resonansi yang disebabkan karena gelombang gempa mempunyai spektrum yang lebar sehingga hanya gelombang gempa yang sama dengan periode dominan tanah dari lapisan sedimen yang akan diperkuat.

Dengan besarnya harga perbesaran *G(T)* maka percepatan tanah pada permukaan akan menjadi maksimum yang dapat ditulis dengan persamaan berikut :

$$\alpha_g = \frac{5}{\sqrt{T_0}}10^{0,61M-\left(1,66+\frac{3,6}{R}\right)\log R+0,167-\frac{1,83}{R}} \quad (2.4)$$

Dengan *G(T)* adalah faktor perbesaran, $\alpha_0$ percepatan tanah pada *base rock* (gal), $\alpha_g$ menyatakan nilai percepatan tanah titik pengukuran (gal), $T$ periode gelombang gempa (s), $T_0$ periode dominan tanah titik pengukuran (s), $M$ magnitudo gempabumi (Skala Richter) dan $R$ jarak hiposenter (km).

Terdapat hubungan secara empiris dari nilai percepatan tanah maksimum dengan skala intensitas dalam MMI. Perhitungan ini tertulis dalam Rifunac dan Brady (1975) dan direvisi oleh Wald (1999) yang dirumuskan dengan :

$$I_{MM} = 3,66\log\alpha - 1,66 \quad (2.5)$$

Dengan $I_{MM}$ adalah intensitas gempa menurut skala MMI dan $\alpha$ menyatakan percepatan tanah maksimum.

Percepatan tanah maksimum merupakan dampak gelombang gempa di lokasi pengukuran, sehingga bisa menjadi ukuran intensitas gempa yang dialami. Peta percepatan tanah maksimum diklasifikasikan menjadi 10 macam tingkat resiko berdasarkan percepatan tanah maksimum dan intensitas Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tingkat resiko gempa bumi (Fauzi dkk, 2005).

| No | Tingkat Resiko | Nilai Percepatan (gal) | Intensitas (MMI) |
|---|---|---|---|
| 1 | Resiko sangat kecil | < 25 | <VI |
| 2 | Resiko kecil | 25-50 | VI-VII |
| 3 | Resiko sedang satu | 50-75 | VII-VIII |
| 4 | Resiko sedang dua | 75-100 | VII-VIII |
| 5 | Resiko sedang tiga | 100-125 | VII-VIII |
| 6 | Resiko besar satu | 125-150 | VIII-IX |
| 7 | Resiko besar dua | 150-200 | VIII-IX |
| 8 | Resiko besar tiga | 200-300 | VIII-IX |
| 9 | Resiko sangat besar satu | 300-600 | IX-X |
| 10 | Resiko sangat besar dua | >600 | >X |

### 2.2 Pengaruh Percepatan Tanah Terhadap Bangunan

Gelombang yang malalui lapisan sedimen menimbulkan resonansi. Ini disebabkan karena gelombang gempa mempunyai spektrum yang lebar sehingga hanya gelombang gempa yang sama dengan periode dominan tanah dari lapisan sedimen yang akan diperkuat. Bangunan yang berada di atasnya akan menerima getaran-getaran tersebut, dimana arahnya dapat diuraikan menjadi dua komponen yaitu komponen vertikal dan komponen horizontal. Untuk getaran yang vertikal, pada umumnya kurang membahayakan sebab searah dengan gaya grafitasi. Sedangkan untuk komponen horizontal menyebabkan keadaan bangunan seperti diayun. Bila bangunan itu tinggi, maka dapat diumpakan seperti bandul yang mengalami getaran paksaan (*force vibration*) sehingga membahayakan.

Proses kerja gaya yang mengenai bangunan (dalam Sulaiman, 1971) sebagai berikut :

1. Gempabumi akan melepaskan energi gelombang yang dapat menjalar di permukaa tanah. Bila gelombang ini sampai pada pondasi bangunan dan menggerakkan bangunan, sehingga pondasi yang mulanya diam akan melakukan tanggapan dan getaran yang berupa reaksi inersia yang arahnya berlawanan dengan kinerja getaran yang diterima pondasi, begitu pula bagian lainnya dari bangunan itu.
2. Getaran yang diteruskan ke bagian atas akan diteruskan kembali ke bagian bawah. Namun gaya horizontal itu tidak bekerja murni pada bangunan karena diimbangi oleh gaya berat bangunan.

### 2.3 Periode Dominan Tanah

Periode dominan tanah merupakan getaran tanah yang sangat kecil dan kontinyu yang bersumber dari berbagai macam getaran seperti lalu lintas, angin, aktivitas manusia dan lain sebagainya. Secara teoritis besarnya frekuensi atau periode getaran tanah atau batuan merupakan cerminan kondisi fisik tanah atau batuan tersebut. Tanah atau batuan yang lunak dan lepas akan mempunyai periode dominan getaran yang panjang (frekuensi rendah, begitu juga sebaliknya). Dalam teknik kegempaan, batuan yang lebih lunak mempunyai resiko lebih tinggi bila digoncang gelombang gempabumi, karena mengalami amplifikasi yang lebih besar dibandingkan dengan batuan yang lebih kompak (Pusat Survey Geologi, 2007)

### 2.4 Kondisi Geologi Kota Padang Panjang

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Pusat Survey Geologi dan BAPPEDA Padang Panjang (2006), maka daerah Padang Panjang terdiri atas sembilan jenis batuan dari tua ke muda sebagai berikut :

1. Batuan Malihan

Batuan ini dijumpai di bagian barat dan selatan kota Padang Panjang yang membentuk bukit Jarat dan bukit Tilabung, terdiri dari batu gamping, kuarsit, dan batu sabak. Secara keseluruhan batuan ini mempunyai sifat fisik sangat keras dan kompak sehingga mempunyai kerentanan rendah terhadap bahaya goncangan gempabumi.

2. Andesit

Batuan ini terdiri dari lava andesit dan breksi laharik yang terdapat di sebelah utara kota Padang Panjang dan membentuk bukit Patisandi, Sidukung serta Pagu-Pagu. Secara keseluruhan batuan ini telah mengalami pelapukan sehingga tidak terlalu keras dan kompak bila dibandingkan dengan batuan sebelumnya. Batuan ini cukup rentan terhadap goncangan gempabumi.

3. Batupasir Tufaan (Jatuhan Piroklastika)

Batuan ini berupa batupasir tufaan, mengandung lapili tuff dan batuapung yang dapat dijumpai menempati hampir seluruh kota Padang Panjang, meliputi daerah Panyalayan, Batu Gadang, Bukit Surungan, Kampung Nias, Kuok, Gunung, Ganting serta Ekor Lubuk. Berdasarkan sifat fisiknya yang tidak terlalu padu maka batuan ini mempunyai kerentanan cukup tinggi terhadap goncangan gempabumi.

4. Breksi Tufaan I (Aliran Piroklastika)

Batuan ini dijumpai berupa breksi tufaan mengandung fragmen batuan gunungapi

berupa kerikil batuan beku andesit dan basaltis, batuapung, lapili tuff. Secara keseluruhan batuan ini tampak bersifat tidak terlalu padu, sehingga mempunyai kerentanan cukup tinggi terhadap bahaya goncangan gempabumi.

5. Breksi Tufaan II (Aliran Piroklastika)

Batuan ini dijumpai berupa breksi tufaan mengandung fragmen batuan gunungapi berupa bongkah batuan beku andesit dan basaltis, breksi dan tufa. Secara keseluruhan batuan ini bersifat agak padu sehingga mempunyai bahaya goncangan gempabumi.

6. Lava Andesit – Basaltis (Bukit Padang Sibandaro)

Batuan ini berupa lava berkompisisi andesit – basaltis, dijumpai sebagai pembentuk bukit Padang Sibandaro. Batuan ini sangat masif sehingga mempunyai kerentanan rendah terhadap bahaya gempabumi.

7. Lahar

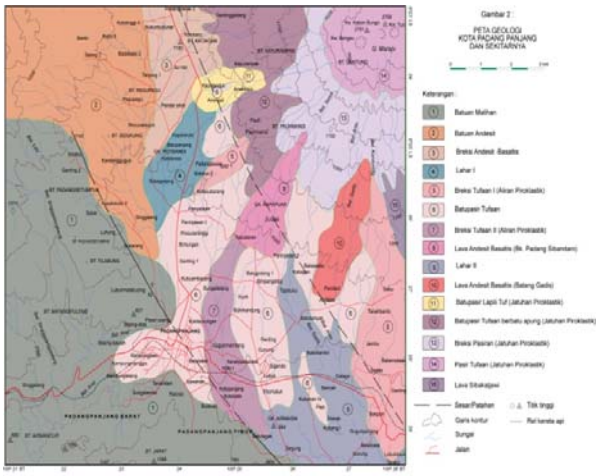
Lahar ini terdiri dari campuran breksi, batupasir tufaan, bongkah lava, andesit dan basalt dan dapat dijumpai di daerah Tiga Suku, Batu Banyak, Rao-Rao, Pitalah dan Gunung Rajo. Berdasarkan sifat fisiknya yang lepas batuan ini mempunyai kerentanan tinggi terhadap goncangan gempabumi.

8. Endapan Alluvium Sungai

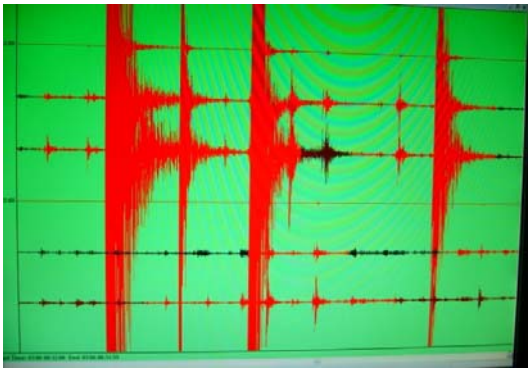
Endapan alluvium sungai dapat dijumpai pada aliran Batang Anai. Endapan ini terkonsentrasi pada kelokan-kelokan sungai (meandering) dan membentuk pedataran. Umumnya daerah yang disusun oleh batuan tersebut merupakan persawahan penduduk yang rentan akan goncangan gempabumi.

9. Endapan Kipas Sesar

Endapan kipas sesar berupa rombakan dari batuan induk yang mengalami penyesearan. Di kota Padang Panjang ini endapan kipas sesar dapat dijumpai di lereng Bukit Jarat di sebelah selatan kota Padang Panjang. Selain itu dapat dijumpai berupa aliran masa di kelurahan Guguk Malintang, Kecamatan Padang Panjang. Endapan kipas ini mmepunyai sifat fisik yang lepas dan tidak stabil pada lerengnya, sehingga sangat rentan terhadap goncangan gempabumi. Peta geologi daerah Padang Panjang dapat dilahat dalam Gambar 2.1.



Gambar-2.1 Peta geologi kota Padang Panjang dan sekitarnya. (sumber : Pusat Survey Geologi, 2006)



Gambar-2.2 Sinyal seismik akibat getaran gempabumi 6 Maret 207(BMG Padang Panjang, 2007)

## 3. METODE PENELITIAN

Untuk mendapatkan harga percepatan tanah maksimum dengan metoda Kanai dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Tahap pertama terdiri dari :
   a. Mengumpulkan data parameter gempabumi dari daerah Sumatera Barat dan sekitarnya. Data yang digunakan adalah data gempa yang tercatat dari tahun 1900 sampai 2005, dan data gempa pada tanggal 6 Maret 2007. Untuk data gempabumi pada tanggal 6 Maret 2007 data yang diambil adalah hanya gempa utamanya saja yaitu gempa dengan magnitudo 6,2 SR dan kedalaman 21 km.
   b. Data yang diperoleh kemudian dipilih data-data gempabumi dengan kedalaman ≤ 60 km dan magnitudo ≥ 5 SR.

c. Membuat peta seismisitas berdasarkan data gempa yang diperoleh.
d. Mengumpulkan data periode dominan tanah. Data periode dominan tanah ini diperoleh dari kantor BAPPEDA Padang Panjang.

2. Tahap kedua, yaitu menentukan koordinat-koordinat titik, yaitu titik-titik dimana percepatan getaran tanah dihitung. Penentuan koordinat titik ini berdasarkan koordinat yang telah dilakukan perhitungan periode dominan tanah pada koordinat titik tersebut. Titik pengukuran mencakup wilayah Padang Panjang dan sekitarnya yang tercakup pada 0,38 o -0,49 o LS dan 100,35 o – 100,47 o BT sebanyak 60 titik pengukuran.

3. Tahap ketiga terdiri dari :

a. Menghitung jarak antara koordinat-koordinat episenter ke masing-masing koordinat titik, sehingga diperoleh jarak episenter (BMG, Padang Panjang). Jarak episenter dihitung dengan persamaan (3.1).

$$\Delta^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2$$

(3.1)

Dengan $\Delta$ adalah jarak episenter (derajat), $x_1$ lintang daerah perhitungan (derajat), $y_1$ bujur daerah perhitungan (derajat), $x_2$ lintang episenter gempa (derajat), $y_2$ bujur episenter gempa (derajat).

b. Jarak episenter yang diperoleh dijadikan dalam satuan kilometer dengan konversi 1o = 111 km.
Menghitung jarak hiposenter dengan persamaan di bawah ini :

$$R^2 = \Delta^2 + h^2$$

(3.2)

Dengan $R$ adalah hiposenter (km),$h$ kedalaman (km) dan $\Delta$ menyatakan episenter (km).

4. Tahap keempat terdiri dari :

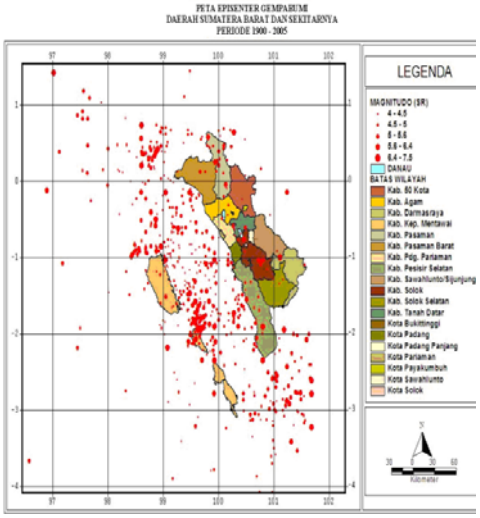
a. Menghitung nilai percepatan tanah di titik perhitungan berdasarkan semua data gempabumi yang telah dipilih sebelumnya dengan jumlah 192 data gempa. Memilih satu harga maksimum dari sekian banyak harga percepatan tanah di satu titik pengukuran, yang akan menjadi harga pecepatan tanah maksimum di satu titik pengukuran tersebut.
b. Perhitungan yang sama juga dilakukan untuk koordinat titik yang lain, sehingga diperoleh 60 harga percepatan tanah maksimum pada permukaan.
c. Setelah didapatkan harga percepatan tanah maksimum, kemudian ditentukan besarnya nilai intensitas dengan menggunakan persamaan (2.5).
d. Membuat peta kontur percepatan tanah maksimum dan intensitas dengan menggunakan *software arc View*.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Seismisitas di Sumatera Barat

Distribusi data gempabumi berdasarkan magnitudo yang dihasilkan setiap gempabumi terjadi selama periode tahun 1900 sampai 2005 di daerah Sumatera Barat dan sekitarnya tercatat sebanyak 738 kejadian gempa yang dapat dilihat pada peta seismisitas pada Gambar 4.1. Gempabumi yang terjadi di Sumatera Barat dan sekitarnya terdiri dari gempa dengan kekuatan kecil ( 4 SR) dan gempa dengan kekuatan yang besar (≥ 6 SR).

Berdasarkan peta seismisitas di bawah ini terlihat bahwa daerah Sumatera Barat termasuk ke dalam daerah dengan seismisitas aktif (magnitudo sekitar 7,0 SR). Distribusi gempabumi yang terjadi di Sumatera Barat didominasi oleh gempabumi yang terjadi di laut yaitu di selat Mentawai dan Samudera Indonesia. Dari gempabumi yang terjadi selama periode 1900-2005 di sekitar Sumatera Barat dengan magniudo besar dari 5 SR dan dengan kedalaman gempabumi dangkal (kecil dari 60 km) tercatat bahwa gempa yang terjadi di darat sebanyak 29 kali dan gempa yang terjadi di laut 163 kali kejadian gempabumi. Gempabumi yang terjadi di darat frekuensi kejadiannya lebih sedikit dibandingkan dengan gempabumi yang terjadi di laut.



Gambar-4.1 Peta seismisitas Sumatera Barat 1900-2005

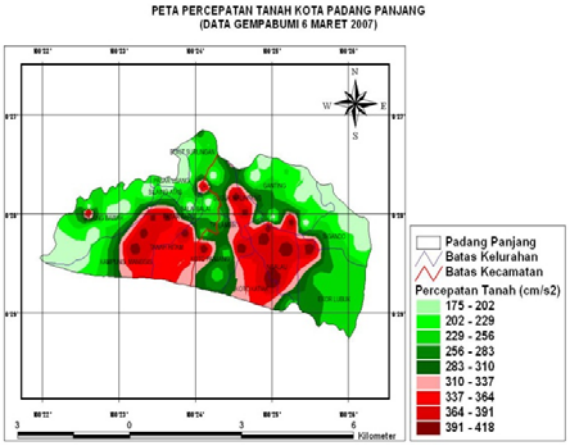
Daerah Kabupaten Solok, Pasaman dan Pesisir Selatan lebih sering dilanda peristiwa gempabumi hal ini dapat dilihat dari distribusi gempabumi yang terjadi pada wilayah tersebut. Daerah 50 Kota, Payakumbuh, Kota Solok, Sawahlunto, Darmasraya dan Solok Selatan hampir tidak pernah tercatat terjadi gempabumi dengan magnitudo besar di daerah ini. Walaupun ada, gempabumi yang terjadi di daerah ini dengan magnitudo kecil (4 SR).

Gempabumi yang terjadi di daratan Sumatera Barat disebabkan oleh sesar Sumatera atau sesar Semangko yang memanjang dari Aceh sampai Teluk Semangko (Lampung). Selain patahan Semangko yang mempengaruhi aktivitas seismik di daerah Sumatera Barat dan sekitarnya, sesar-sesar lokal yang terdapat di Sumatera Barat seperti sesar Bukit Jarat di Padang Panjang juga ikut berpengaruh, dimana berdasarkan katalog BMG gempabumi pernah terjadi pada lajur sesar ini yaitu gempabumi Gunung Rajo pada 15 Februari 2004 dan gempabumi 6 Maret 2007.

### 4.2 Percepatan Tanah Maksimum Daerah Padang Panjang

Percepatan tanah maksimum daerah Padang Panjang dari data gempabumi pada tanggal 6 Maret 2007 telah memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap percepatan tanah maksimum di wilayah Padang Panjang dan sekitarnya. Hal ini dapat dilihat dari hasil perhitungan percepatan tanah maksimum terhadap gempabumi pada tanggal 6 Maret 2007. Dari perhitungan tersebut menunjukkan nilai percepaan tanah maksimum yang dihasilkan oleh gempabumi pada tanggal 6 Maret 2007 berkisar antara 174,927 gal sampai 418,037 gal. Nilai percepatan tanah maksimum tertinggi di daerah Padang Panjang akibat gempabumi 6 Maret 2007 terletak pada koordinat 0,479 LS dan 100,417 BT yaitu pada kelurahan Koto Katik. Sedangkan nilai percepatan tanah maksimum terendah di daerah Padang Panjang terletak pada koordinat 0,475 LS dan 100,367 BT yaitu pada kelurahan Silaing Bawah.

Berdasarkan peta kontur percepatan tanah maksimum pada Gambar 4.2 dapat terlihat bahwa daerah Padang Panjang dan sekitarnya memiliki percepatan tanah yang lebih besar (174,927 - 418,037 gal) jika dibandingkan dengan percepatan tanah maksimum yang dihasilkan oleh gempabumi pada tanggal 9 Juni 1943 (163,813 - 390,674 gal), walaupun magnitudo gempa ini lebih besar (7,6 SR) daripada gempabumi 6 Maret 2007 (6,2 SR). Besarnya nilai percepatan tanah maksimum oleh gempabumi ini disebabkan oleh hiposenter yang dangkal yaitu 21 km.




Gambar-4.2 Peta kontur percepatan tanah maksimum daerah Padang Panjang dan sekitarnya gempa 6 Maret 2007

Berdasarkan penjelasan sebelumnya bahwa batas nilai percepatan tanah berkisar antara 125 – 300 gal termasuk resiko besar terhadap goncangan gempabumi dan daerah yang memiliki nilai percepan tanah maksimum basar dari 300 gal termasuk ke dalam tingkat resiko sangat besar terhadap goncangan gempabumi. Jadi akibat gempa 6 Maret 2007 ini daerah Padang Panjang memiliki tingkat resiko besar dan sangat besar terhadap goncangan gempabumi. Dimana batas resiko gempa tersebut pada suatu daerah akan mengalami intensitas yang lebih besar dari IX MMI. .

Daerah-daerah di daerah Padang Panjang dengan tingkat resiko besar terhadap goncangan gempabumi meliputi Silaing Bawah, Bukit Surungan, Silaing Bawah, Sigando, Ekor Lubuk, Pasar Usang, Silaing Atas, Tanah Pak Lambik, Guguk Malintang, Koto Panjang dan Koto Katiak. Daerah-daerah ini memiliki nilai periode dominan tanah yang panjang (≥ 0,4 s), dimana menurut Kirbani (2007) bahwa kecepatan gelombang seismik akan lambat untuk daerah-daerah yang memiliki nilai periode dominan tanah yang panjang (batuan atau tanah lunak) sehingga nilai percepatan tanah maksimum yang dihasilkan lebih kecil dari daerah yang memiliki nilai periode dominan tanah yang pendek (≤ 0,4 s) untuk daerah Padang Panjang.

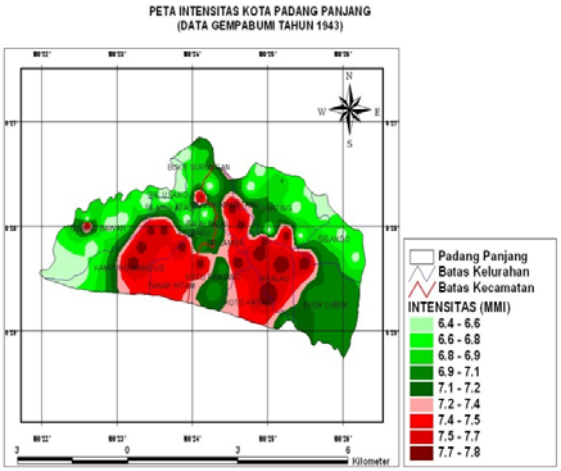
Daerah-daerah yang termasuk ke dalam tingkat resiko sangat besar terhadap goncangan gempabumi di daerah Padang Panjang dan sekitarnya meliputi kelurahan Kampung Manggis, Ngalau, Koto Katiak, Koto Panjang, Tanah Hitam, Guguk Malintang, Balai-Balai, Silaing Bawah dan

sebelah utara Bukit Surungan. Sesuai dengan perumusan sebelumnya daerah dengan nilai percepatan tanah maksimum yang tinggi, akan memberikan nilai intensitas yang tinggi juga. Hal ini akan dijelaskan pada zona intensias yang terjadi di daerah Padang Panjang dan sekitarnya akibat gempa besar yang pernah terjadi di Padang Panjang. Dari beberapa daerah kelurahan yang disebutkan di atas, kelurahan Ngalau memiliki nilai percepatan tanah yang lebih besar (408,073 – 414,550 gal), karena daerah Ngalau ini hampir merata memiliki nilai periode dominan tanah yang pendek (0,1 s). Hal ini sesuai dengan tingkat kerusakan yang terjadi di kelurahan Ngalau yaitu banyaknya rumah penduduk dan jalan yang mengalami kerusakan (Lampiran 9 ).

### 4.3 Zona Intensitas Daerah Padang Panjang dan Sekitarnya

Pada Gambar 4.3 terlihat penyebaran intensitas yang diakibatkan oleh gempabumi pada tanggal 9 Juni 1943. Besarnya percepatan maksimum suatu daerah menunjukkan semakin tinggi pula skala intensitas (ukuran kerusakan) daerah tersebut, seperti yang tertulis dalam Trifunac dan Brady (1975) yang kemudian direvisi oleh Wald (1999).

Berdasarkan peta zona intensitas pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 terlihat bahwa daerah Padang Panjang dan Sekitarnya memiliki nilai intensitas seismik yang tinggi. Pada Gambar 4.2 intensitas yang dihasilkan oleh gempabumi 9 Juni 1943 adalah 6,4 – 7,8 MMI. Berdasarkan keterangan yang diperoleh dari BMG Padang Panjang bahwa gempabumi pada tanggal 9 Juni 1943 yang berlokasi pada episenter $1^o$ LS – $101^o$ BT dengan kekuatan 7,6 SR ini terasa pada pusat gempa dengan skala intensias VIII-IX. Hal ini sesuai dengan kondisi yang terjadi di lapangan bahwa banyaknya kerusakan pada sebagian Danau Singkarak, Bukit Tinggi dan Padang Panjang. Selain hal itu, juga terjadinya rekahan tanah di Padang Panjang, Kubu Krambil dan Simabur (Sumber : Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana).

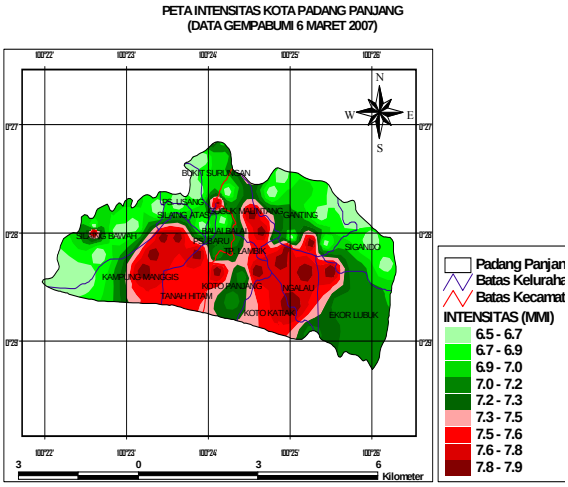



Gambar 4.3 Peta zona intensitas daerah Padang Panjang dan sekitarnya gempa 9 Juni 1943

Menurut hasil perhitungan intensitas terlihat bahwa dalam Gambar 4.3 nilai intensitas yang dihasilkan oleh gempabumi pada tanggal 6 Maret 2007 berkisar antara 6,5 - 7,9 MMI. Gempabumi yang terjadi pada lokasi episenter $0,53^o$ LS – $100^o$ BT yang memiliki magniudo 6,2 SR dan kedalaman 21 km ini menghasilkan intensitas yang lebih besar dari gempabumi pada tanggal 9 Juni 1943. Menurut laporan pemerintahan kota Padang Panjang dan tinjauan di lapangan oleh pihak BMG diperoleh keterangan bahwa daerah Padang Panjang memiliki nilai intensitas VI-VII MMI. Daerah-daerah lain yang memiliki intensitas sama dengan Padang Panjang adalah Sumani, Malalo, Gunung Rajo, Singgalang, Batipuh dan Singkarak. Untuk daerah Padang Panjang kelurahan yang mengalami kerusakan paling berat adalah kelurahan Pasar Usang yaitu banyaknya bangunan yang mengalami kerusakan, walaupun dari perhitungan nilai intensitas tidak terlalu besar pada kelurahan ini yaitu 6,5 MMI. Tingkat kerusakan yang terjadi akibat gempa 6 Maret ini hampir sama dengan gempa yang terjadi akibat gempa pada tanggal 28 Juni 1926 seperti rel kereta api bengkok, rumah penduduk rusak berat di Padang Panjang dan tanah longsor di tepi danau Singkarak dan Ngarai Sianok Penyebaran nilai intensitas yang terlihat dari kedua peta zona intensitas di atas menunjukkan bahwa daerah Padang Panjang memiliki nilai intensitas yang tidak merata. Hal ini disebabkan oleh struktur geologi yang tidak homogen. Seperti yang dijelaskan dalam struktur geologi Padang Panjang, bahwa daerah ini terdiri dari sembilan jenis batuan yaitu : batuan malihan, andesit, batupasir tufaan (jatuhan piroklastika), breksi tufaan I (aliran piroklastika), breksi tufaan II (aliran piroklastika), lava andesit – basaltis (bukit

Padang Sibandaro), lahar, endapan alluvium sungai, endapan kipas sesar.

Berdasarkan nilai intensitas yang telah dijelaskan di atas bahwa adanya ketidaksesuain antara hasil yang diperoleh menurut perhitungan dengan hasil yang tampak di lapangan. Hal ini disebabkan oleh intensitas yang diperoleh dalam proses perhitungan hanya berdasarkan besarnya nilai percepatan tanah maksimum daerah Padang Panjang dan sekitarnya. Dimana kita ketahui bahwa intensitas atau tingkat kerusakan akibat gempabumi yang terjadi di suatu daerah selain dipengaruhi oleh besarnya percepatan tanah juga banyak faktor lain yang mempengaruhi. Faktor tersebut adalah kekuatan gempabumi, kondisi geotektonik dan geologi serta kualitas bangunan yang terdapat di daerah sekitar pusat gempa terjadi.




Gambar 4.4 Peta zona intensitas daerah Padang Panjang dan sekitarnya gempa 6 Maret 2007

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu perhitungan percepatan tanah maksimum daerah Padang Panjang dan sekitarnya dapat disimpulkan bahwa :

1. Aktivitas gempabumi yang terjadi di daerah Sumatera Barat lebih didominasi oleh gempabumi yang terjadi di laut yaitu di Samudera Indonesia dan selat Mentawai yang merupakan tempat terjadinya tabrakan dua lempeng besar tektonik yaitu Indo-Australia dan lempeng Eurasia serta daerah sesar Mentawai.
2. Dari data gempa 1900-2005 diperoleh bahwa variasi nilai percepatan tanah daerah Padang Panjang dan sekitarnya adalah 0,567 – 390,674 gal. Dari periode gempa tersebut gempabumi 9 Juni 1943 memiliki nilai percepatan tanah maksimum 163,813 - 390,674 gal.dan intensitas seismik 6,4 – 7,8 MMI.
3. Untuk gempabumi pada tanggal 6 Maret 2007 memberikan nilai percepatan tanah maksimum yang lebih besar dari pada gempabumi yang terjadi pada tanggal 9 Juni 1943 yaitu gal dan intensitas seismik 6,5 – 7,9 MMI.

Besaran percepatan tanah maksimum pada permukaan mempunyai peranan penting sebagai dasar analisa dalam perencanaan konstruksi bangunan tahan gempa. Wilayah Padang Panjang dan sekitarnya yang memiliki nilai percepatan tanah maksimum yang tinggi 174,927 - 418,037 gal sebaiknya dibangun dengan kontruksi bangunan tahan gempa.

## DAFTAR PUSTAKA


1. Borman, P.2003. New Manual of Seismological Observasy Practice Volume 1. Geoforschung Zentrum Potsdam, Belanda.
2. Brotopuspito, K.S. Prasetya, T. Widigdo, F.M. 2006. Percepatan Getaran Tanah Maksimum DIY 1943-2006. Jurnal Geofisika Edisi 2006 No 1. HAGI. Bandung.
3. Edwiza, D. 2004. Beberapa Catatan Tentang Gempa Dalam Usaha Mitigasi Bencana Gempa Di Sumbar. Padang.
4. Harahap, D. 2000. Pendahuluan Geofisika. Balai Diklat Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.
5. Lukito, 2003. Studi Magnitudo, Intensitas dan Percepatan Tanah Maksimum Di Daerah Jawa Timur-Bali dan Sekitarnya Periode 1921-2000. Skripsi Akademi Meteorology Dan Geofisika. Jakarta
6. Lumantarna, B. 1999. Analisis Dinamis dan Gempa Analog Ofset. Yogyakarta.
7. Marjiono, Soehaimi, Setiawan J.H. 2007. Mirozonasi Daerah Kendari Dan Sekitarnya Berdasarkan respon Tanah Setempat. Pusat Survey Geologi. Bandung.
8. Natawidjaja,D.H. 2005. Menyimak Gempabumi Dan Tsunami Aceh 26 Desember 2004 Untuk Rekontruksi Aceh dan Mitigasi Bencana Di Sumatera Dan Daerah Lainya. Makalah Potensi Gempa Dan Tsunami. IAGI. Bandung.
9. Subarjo, M. Riyadi, Armin P, A Gafur, Waluyo, B. 2000. Gempabumi Bengkulu 4 Juni 2000. Jurnal Meteorologi Dan Geofisika Volume 2, No 1. Jakarta.
10. Suryadi, D. 2007. Penentuan Intensitas Gempabumi dan Percepatan Tanah Maksimum Di Daerah Sumatera Barat Menggunakan Metode Guttenberg Rigter, Skripsi Fakiltas MIPA Universitas Andalas. Padang.