

## 1.6 Dasar Pembuatan Peta Rawan dan Peta Risiko

### 1.6.1 Tujuan Pembuatan Peta Rawan dan peta Risiko

Tujuan pembuatan peta rawan dan peta risiko antara lain

- 1) mengidentifikasi wilayah yang dianggap memiliki risiko tinggi terjadinya bencana alam, dan
- 2) mengidentifikasi masalah-masalah yang dihadapi oleh wilayah untuk melakukan persiapan rencana pengelolaan bencana wilayah.

### 1.6.2 Definisi Risiko, Kerawanan dan Kerentanan

Menurut “Hidup dengan Risiko” yang diterbitkan oleh Sekretariat-Badan Inter Strategi Internasional Pengurangan Bencana/ *Inter-Agency Secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction* (UN/ISDR) pada tahun 2004, Risiko didefinisikan sebagai “Kemungkinan dampak bahaya, atau kerugian yang akan diperoleh (kematian, luka-luka, kerusakan properti, mata pencaharian, kegiatan ekonomi yang terganggu ataupun kerusakan lingkungan) yang diakibatkan karena interaksi antara kerawanan alam ataupun ulah manusia dengan kondisi kerentanan yang ada” dan bisa diindikasikan dalam rumus berikut ini.

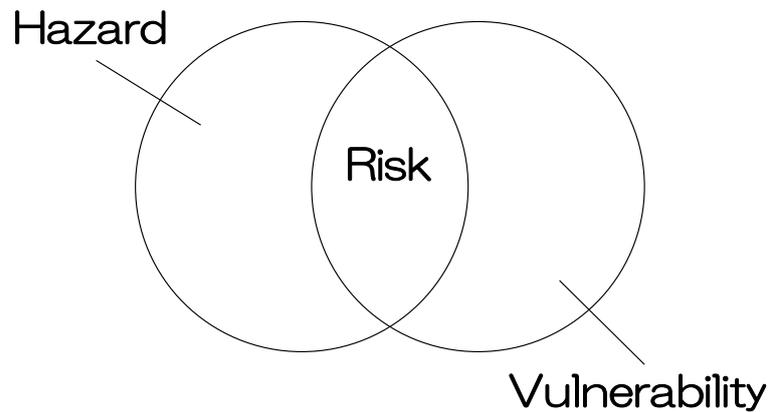
$$\text{Risiko} = \text{Kerawanan} \times \text{Kerentanan} \quad (\text{Pers. 1.1})$$

Kerawanan: Potensi kerusakan fisik, fenomena ataupun kegiatan manusia yang mengakibatkan kematian, luka-luka, kerusakan properti, gangguan ekonomi dan sosial ataupun degradasi lingkungan.

Kerentanan: Kondisi yang ditentukan oleh faktor atau proses fisik, sosial, ekonomi dan juga lingkungan, yang meningkatkan kerapuhan masyarakat komunitas karena dampak kerawanan.

Definisi risiko, kerawanan dan kerentanan di atas merupakan dasar pembuatan peta rawan dan peta risiko. Hubungan antara “Kerawanan”, “Kerentanan” dan “Risiko” diperlihatkan secara gambar konseptual (Pada Gambar 1.6.1) yang bersumber dari *white book for disaster reduction* (2006). Menurut buku tersebut, beberapa hal perlu disampaikan berikut ini.

1. “Kerawanan” merupakan fenomena alam tidak bisa dikontrol oleh kekuatan manusia.
2. Misalnya, “Kerentanan” bisa dikurangi melalui sarana promosi pembangunan perumahan anti gempa, dll sehingga kerusakan karena gempa bumi dapat dikurangi.
3. Perlu menempatkan penekanan lebih kepada aktivitas pengurangan bencana untuk mengurangi “kerentanan” sebelum terjadinya bencana alam.

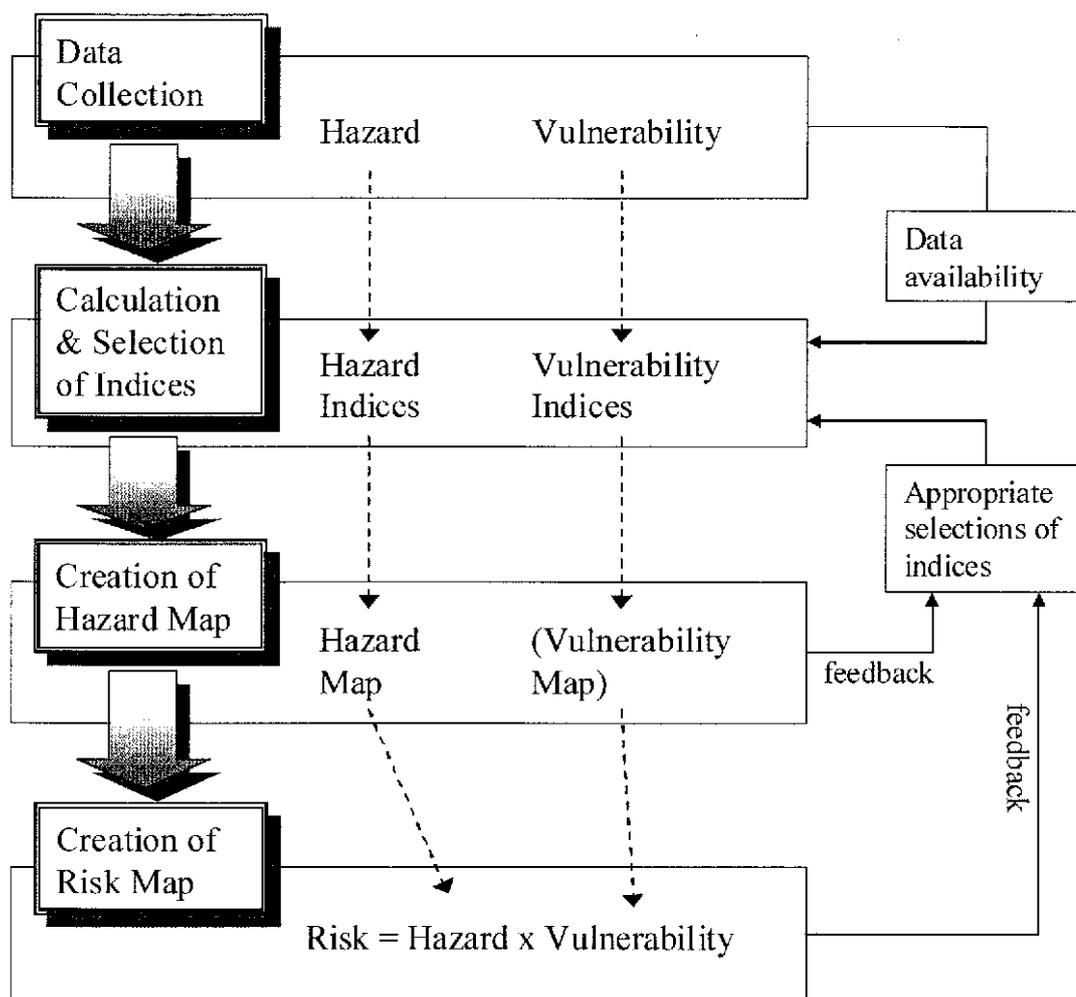


Sumber: *White Book for Disaster Redution in Japan, 2006* (Gubahan)

**Gambar 1.6.1 Hubungan antara Kerawanan, Kerentanan dan Risiko**

### **1.6.3 Diagram Aliran Pembuatan Peta Rawan dan Peta Risiko**

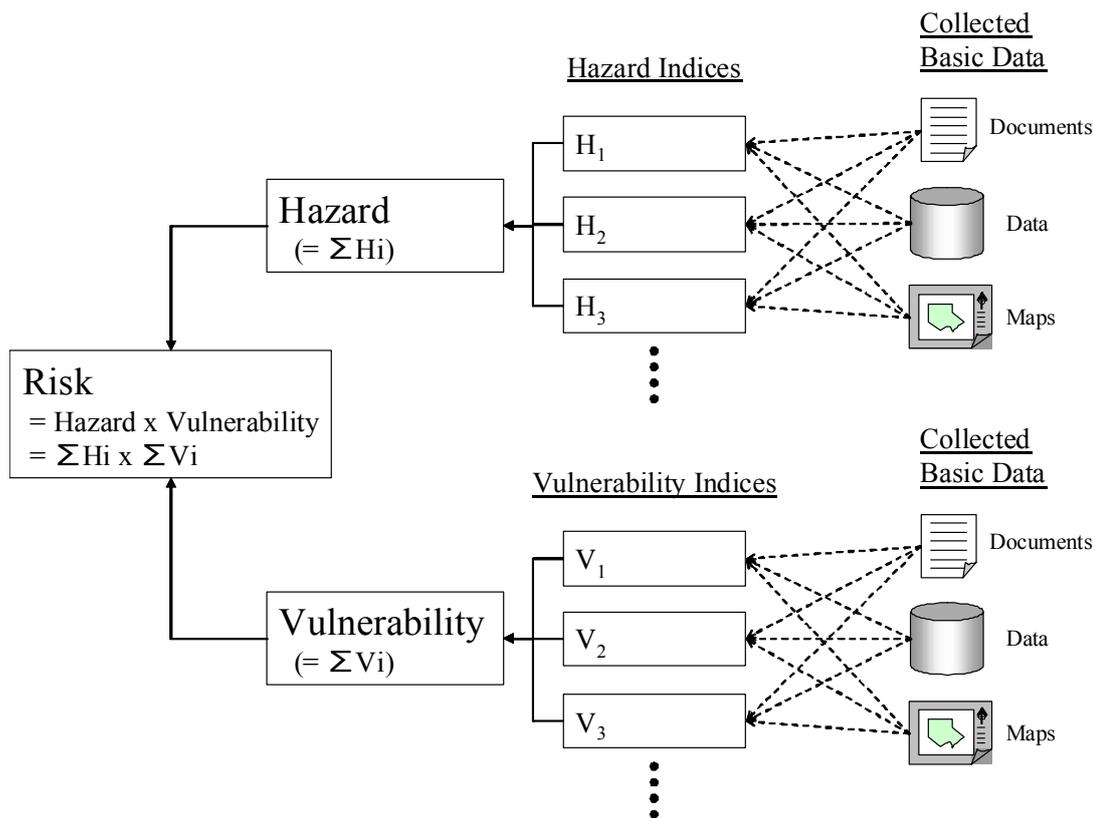
Konseptual diagram aliran pembuatan peta rawan dan peta risiko ditunjukkan oleh gambar di bawah ini. Ada tiga (3) langkah untuk menghasilkan peta rawan, yaitu 1) Pengumpulan data, 2) Penghitungan & pemilihan indeks dan 3) Pembuatan peta rawan. Lebih lanjut, peta risiko diperoleh berdasarkan rumus “Risiko = Kerawanan x Kerentanan” dengan memakai peta rawan dan juga indeks kerentanan (ataupun peta-peta lainnya yang menunjukkan “Kerentanan”).



**Gambar 1.6.2 Diagram Aliran Konseptual Pembuatan Peta Rawan dan Peta Risiko**

Pada tahapan “pengumpulan Data”, data dasar mengenai kerawanan dan kerentanan perlu dikumpulkan (misalnya wilayah yang terkena bencana, jumlah korban jiwa maupun korban luka-luka, jumlah kerusakan, curah hujan, tingkat pasang surut, kondisi permukaan tanah, jumlah penduduk, tingkat kepemilikan properti, tingkat kemampuan baca tulis, penggunaan lahan, dll). Selanjutnya, pertama-tama indeks kerawanan dan kerentanan dihitung pada tahapan “Pemilihan Indeks” yang dapat disebut sebagai calon indeks. Indeks yang paling tepat bagi kerawanan dan kerentanan dipilih diantara seluruh calon indeks setelah dilakukan percobaan penerapan pada peta rawan dan peta risiko. Beberapa indeks dipilih berdasarkan hasil diskusi dengan organisasi-organisasi pendamping/anggota wilayah percontohan (Kabupaten Jember, Kabupaten Padang Pariaman and Kota Pariaman) selama pelaksanaan workshop. Setelah pemilihan indeks, peta rawan bisa dibuat sesuai dengan penjumlahan indeks pada tahap “Pembuatan Peta Rawan”. Peta kerentanan berisi indeks yang masih relevan yang juga bisa dibuat apabila diperlukan. Pada akhirnya, peta risiko bisa dibuat berdasarkan rumus = “Risiko = Kerawanan x Kerentanan” dari hasil pada tahap “Pembuatan Peta Rawan”.

Gambar 1.6.3 memperlihatkan hubungan antara risiko, kerawanan, kerentanan, indeks dan data dasar. “Risiko” disusun dari “Kerawanan” dan “Kerentanan”. “Kerawanan” dan “Kerentanan” terdiri dari indeks mereka masing-masing. “Kerawanan” merupakan penjumlahan indeks kerawanan. “Kerentanan” juga diperkirakan dengan menggunakan cara yang sama. Masing-masing indeks diturunkan atau dihitung berdasarkan data dasar yang dikumpulkan (misalnya dokumen-dokumen terkait, data elektrik, peta, dll) yang berasal dari berbagai sumber.



Gambar 1.6.3 Hubungan antara Risiko, Kerawanan, Kerentanan, Indeks dan Data Dasar

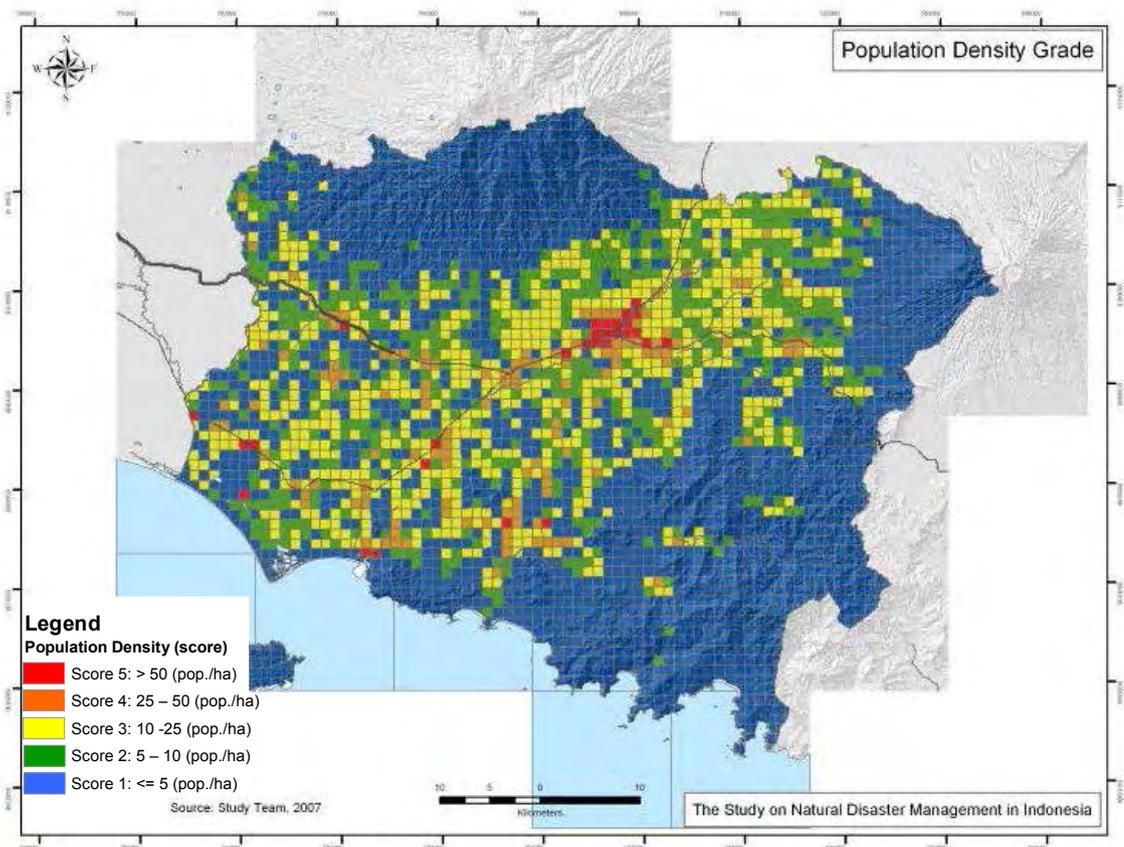
## 1.6.4 Peta kerentanan untuk Kabupaten Jember

### 1) Kepadatan Penduduk

Untuk memperkirakan kerentanan Kabupaten Jember dalam kaitannya dengan kepadatan penduduk, peta tingkat kepadatan penduduk dengan interval jaringan 1,000 m dibuat berdasarkan peta kepadatan penduduk (Gambar 1.3.3 pada hal. 1-10). Sistem pemberian skor untuk menduga kerentanan relatif dalam kaitannya dengan rentang kepadatan penduduk diterapkan berdasarkan klasifikasi berikut.

- |      |        |                     |                                  |
|------|--------|---------------------|----------------------------------|
| i)   | Skor 5 | : > 50 (pop./ha)    | <Kepadatan Penduduk Tertinggi>   |
| ii)  | Skor 4 | : 25 – 50 (pop./ha) | <Kepadatan Penduduk Agak Tinggi> |
| iii) | Skor 3 | : 10 – 25 (pop./ha) | <Kepadatan Penduduk Menengah>    |
| iv)  | Skor 2 | : 5 – 10 (pop./ha)  | <Kepadatan Penduduk Agak Rendah> |
| v)   | Skor 1 | : ≤ 5 (pop./ha)     | <Kepadatan Penduduk Terendah>    |

Gambar di bawah ini memperlihatkan skor kerentanan kepadatan penduduk yang digunakan oleh tim kajian. Seperti yang tertera pada peta, Kecamatan Patrang, Kecamatan Kaliwates dan Kecamatan Sumbersari merupakan wilayah dengan jumlah penduduk tertinggi.



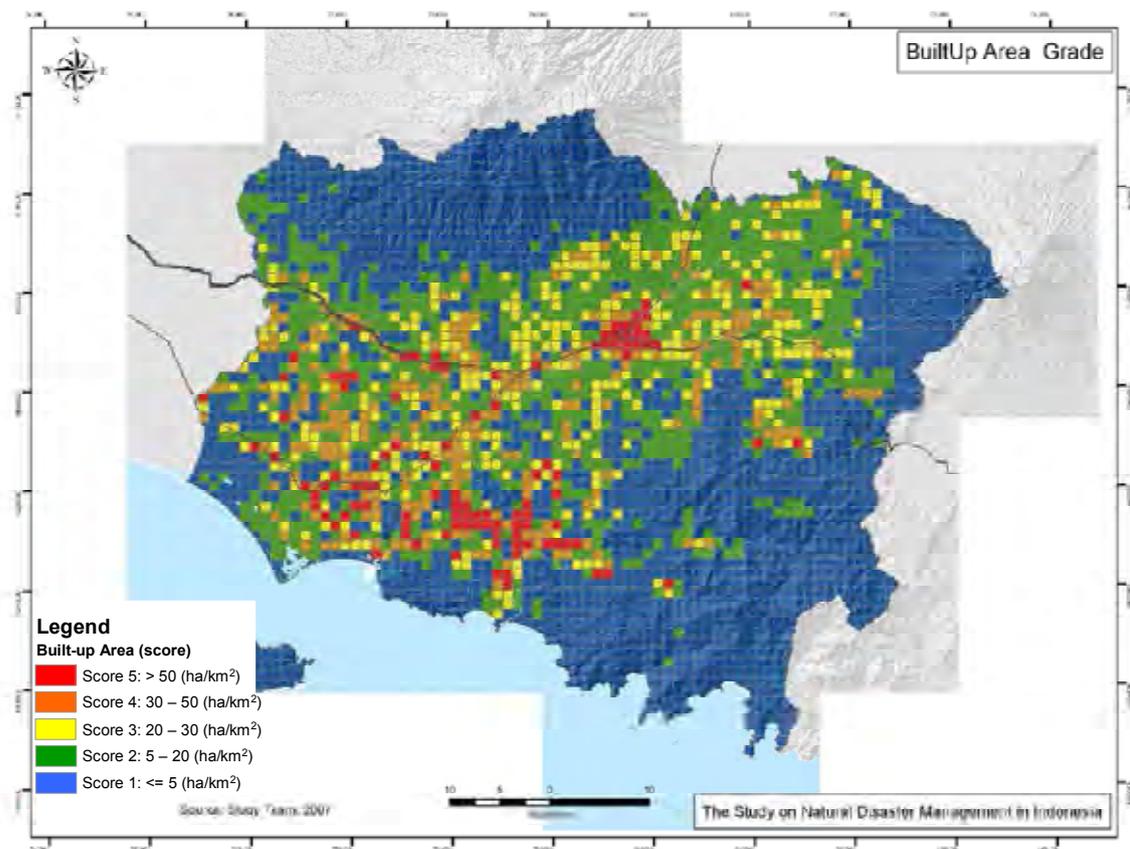
**Gambar 1.6.4 Tingkat Kepadatan penduduk di Kabupaten Jember**

## 2) Wilayah Pembangunan

Untuk memperkirakan kerentanan Kabupaten Jember dalam hal wilayah pembangunannya, peta tingkat wilayah pembangunan pada interval jaringan 1000 m dibuat berdasarkan peta penutup tanah (Gambar 1.3.2 pada halaman 1-9). Sistem pemberian skor untuk memperkirakan kerentanan relatif terkait rasio/perbandingan wilayah pembangunan diaplikasikan berdasarkan klasifikasi berikut.

- |             |                                 |   |
|-------------|---------------------------------|---|
| i) Skor 5   | : > 50 (ha/km <sup>2</sup> )    | <Rasio Wilayah Pembangunan Tertinggi>     |
| ii) Skor 4  | : 30 – 50 (ha/km <sup>2</sup> ) | < Rasio Wilayah Pembangunan Agak Tinggi > |
| iii) Skor 3 | : 20 – 30 (ha/km <sup>2</sup> ) | < Rasio Wilayah Pembangunan Menengah >    |
| iv) Skor 2  | : 5 – 20 (ha/km <sup>2</sup> )  | < Rasio Wilayah Pembangunan Agak Rendah > |
| v) Skor 1   | : <= 5 (ha/km <sup>2</sup> )    | < Rasio Wilayah Pembangunan Terendah >    |

Gambar di bawah ini menunjukkan skor kerentanan rasio wilayah pembangunan yang digunakan oleh tim kajian. Seperti yang tertera pada peta, Kecamatan Patrang, Kecamatan Kaliwates, Kecamatan Sumbersari, Kecamatan Wuluhan dan Kecamatan Ambulu memiliki rasio wilayah pembangunan yang lebih tinggi.



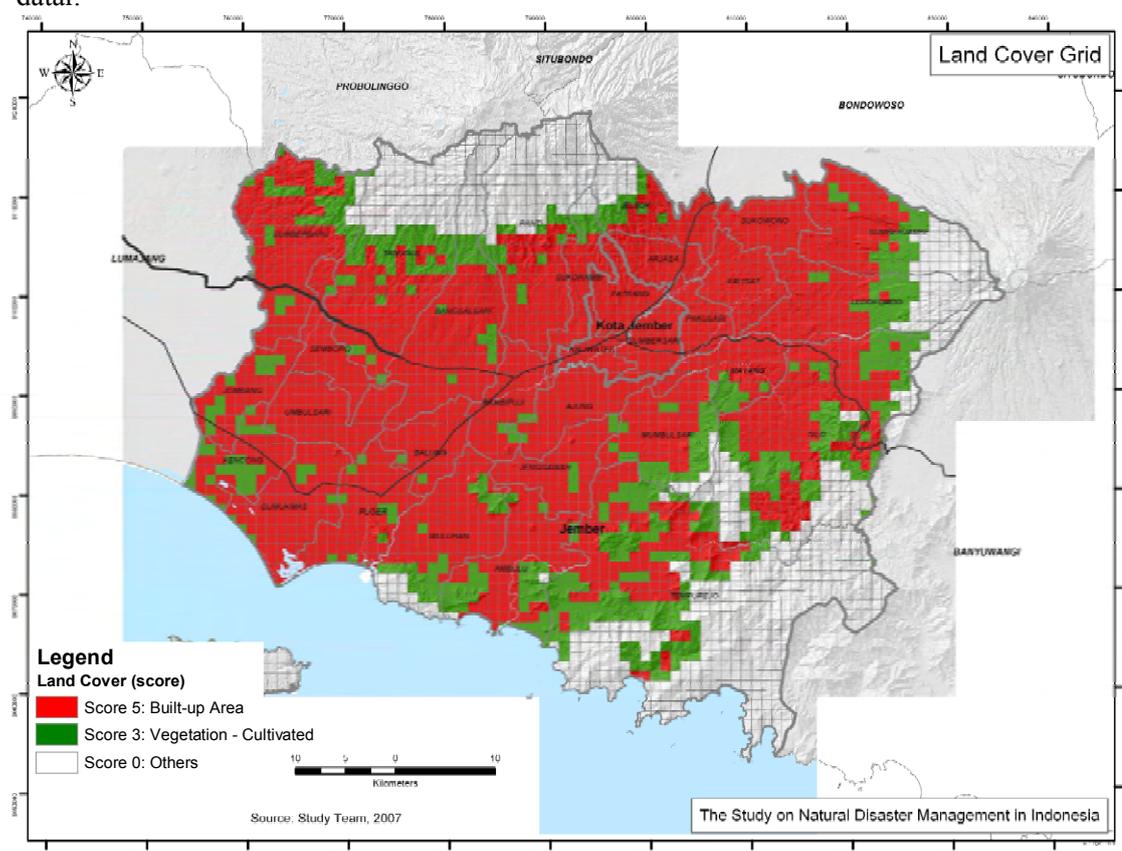
**Gambar 1.6.5 Tingkat Wilayah Pembangunan di Kabupaten Jember**

### 3) Penutup Tanah

Untuk memperkirakan kerentanan Kabupaten Jember dalam hal penutup tanahnya, peta tingkat penutupan tanah pada interval 1000m dibuat berdasarkan peta penutup tanah (Gambar 1.3.2 pada halaman 1-9). Apabila jaringan terdiri dari “Wilayah Pembangunan” dalam jumlah kecil, maka jaringan tersebut dianggap sebagai “Wilayah pembangunan”. Perkecualian yang sama dengan “Wilayah pembangunan”, apabila jaringan terdiri dari sejumlah kecil “Wilayah Pertanian-Vegetasi”, maka jaringan tersebut dianggap sebagai “Wilayah Pertanian-Vegetasi”. Sistem pemberian skor untuk memperkirakan kerentanan dalam kaitannya dengan jenis penutup tanah untuk selanjutnya diterapkan berdasarkan klasifikasi berikut

- i) Skor 5 : Wilayah Pembangunan <Kerentanan Tertinggi berdasarkan Penutup Tanahnya>
- ii) Skor 3 : Pertanian-Vegetasi <Kerentanan Menengah berdasarkan Penutup Tanahnya >
- iii) Skor 0 : Lainnya <Tidak Ada Kerentanan berdasarkan Penutup Tanahnya >

Gambar di bawah ini menunjukkan skor kerentanan dilihat dari jenis penutup tanahnya yang digunakan oleh tim kajian utamanya sebagai salah satu indeks kerentanan bencana sedimen. Seperti yang tertera pada gambar yang jika diperbandingkan dengan peta kemiringan (Gambar 1.3.6), wilayah yang paling rentan dalam kaitannya dengan penutup tanahnya terletak di daerah datar.



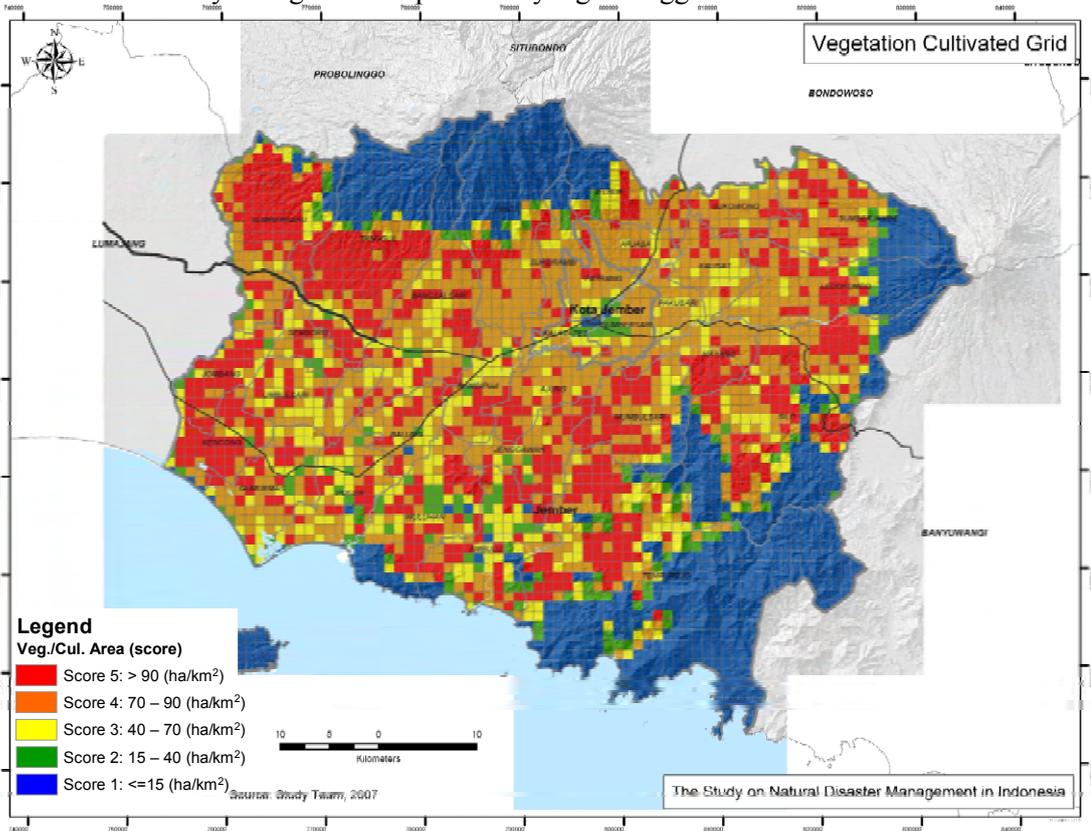
**Gambar 1.6.6 Tingkat Penutupan Tanah di Kabupaten Jember**

#### 4) Wilayah Pertanian/Vegetasi

Untuk memperkirakan kerentanan Kabupaten Jember dalam kaitannya dengan wilayah pertanian dan vegetasi yang kemungkinan terpengaruh oleh banjir, peta tingkat wilayah pertanian dan vegetasi dibuat berdasarkan peta penutup tanah (Gambar 1.3.7 pada hal. 1-14). Sistem pemberian skor untuk memperkirakan kerentanan dalam kaitannya dengan rasio wilayah pertanian dan vegetasi yang selanjutnya diterapkan berdasarkan klasifikasi berikut.

- |      |        |           |                       |  |
|------|--------|-----------|-----------------------|--|
| i)   | Skor 5 | : > 90    | (ha/km <sup>2</sup> ) | <Rasio Wilayah Veg./Pert. Tertinggi>   |
| ii)  | Skor 4 | : 70 – 90 | (ha/km <sup>2</sup> ) | <Rasio Wilayah Veg./Pert. Agak Tinggi> |
| iii) | Skor 3 | : 40 – 70 | (ha/km <sup>2</sup> ) | <Rasio Wilayah Veg./Pert. Menengah>    |
| iv)  | Skor 2 | : 15 – 40 | (ha/km <sup>2</sup> ) | <Rasio Wilayah Veg./Pert. Agak Rendah> |
| v)   | Skor 1 | : <= 15   | (ha/km <sup>2</sup> ) | <Rasio Wilayah Veg./Pert. Terendah>    |

Gambar di bawah ini menunjukkan skor kerentanan jenis wilayah vegetasi dan pertanian yang digunakan oleh tim kajian sebagai salah satu indeks kerentanan bencana banjir. Seperti yang tertera pada gambar yang diperbandingkan dengan peta kemiringan (Gambar 1.3.6), sebagian besar wilayah yang rentan dalam kaitannya dengan wilayah vegetasi dan pertanian terletak di tanah dataran Kec. Sumberbaru, Kec. Tanggul, Kec. Jombang, Kec. Kencong, Kec. Rambipuji, Kec. Ajung, Kec. Mumbulsari, Kec. Mayang, Kec. Silo serta wilayah barat Kec. Temprego yang memiliki rasio wilayah vegetasi dan pertanian yang tertinggi.



**Gambar 1.6.7** Tingkatan Wilayah Vegetasi/Pertanian di Kabupaten Jember

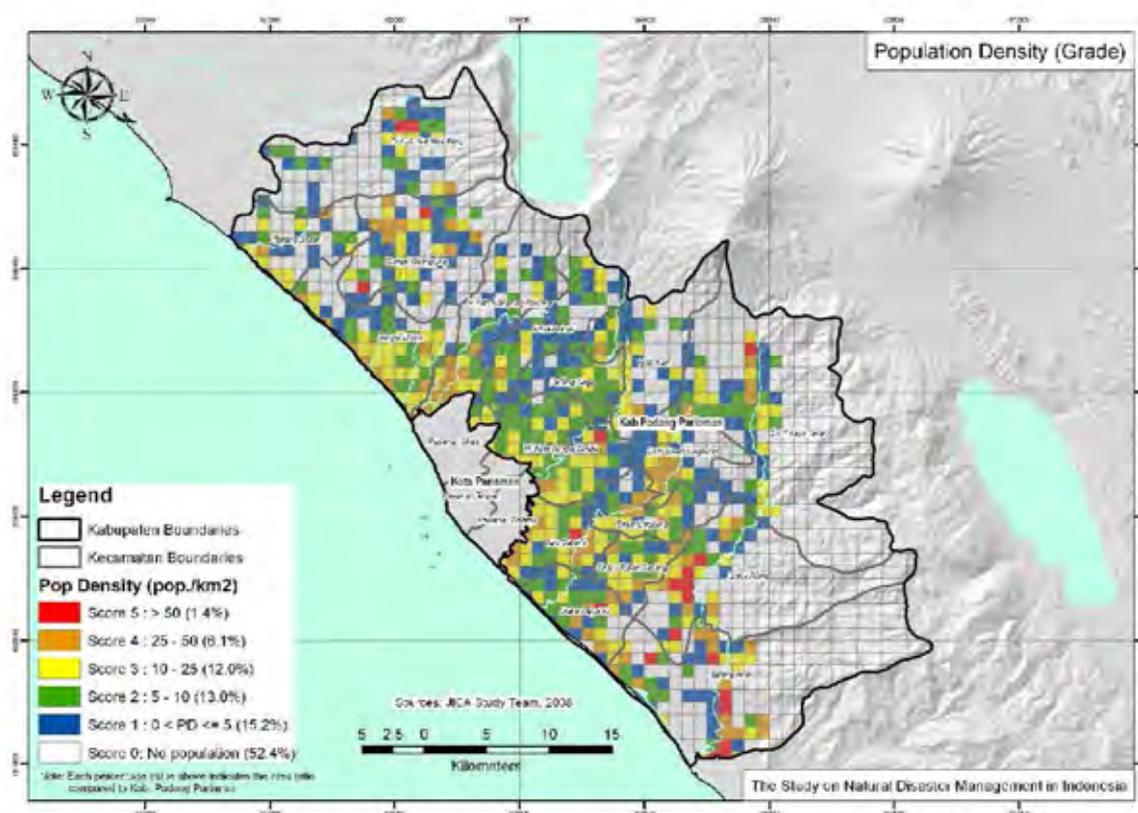
## 1.6.5 Peta Kerentanan untuk Kabupaten Padang Pariaman

### 1) Kepadatan Penduduk

Untuk memperkirakan kerentanan Kabupaten Padang Pariaman dalam kaitannya dengan kepadatan penduduk, peta tingkat kepadatan penduduk pada interval jaringan 1,000 m dibuat berdasarkan peta kepadatan penduduk (Gambar 1.4.3 pada hal. 1-19). Sistem pemberian skor untuk memperkirakan kerentanan dalam kaitannya dengan kepadatan penduduk untuk selanjutnya diterapkan berdasarkan klasifikasi berikut.

i)	Skor 5	: > 50 (pop./ha)	<Kepadatan Penduduk Tertinggi>
ii)	Skor 4	: 25 – 50 (pop./ha)	< Kepadatan Penduduk Agak Tinggi >
iii)	Skor 3	: 10 – 25 (pop./ha)	< Kepadatan Penduduk Menengah>
iv)	Skor 2	: 5 – 10 (pop./ha)	<Kepadatan Penduduk Agak Rendah >
v)	Skor 1	: <= 5 (pop./ha)	< Kepadatan Penduduk Terendah >
vi)	Skor 0	: 0 (pop./ha)	<Tidak ada Penduduk>

Gambar di bawah ini menunjukkan skor kerentanan kepadatan penduduk yang digunakan oleh tim kajian.



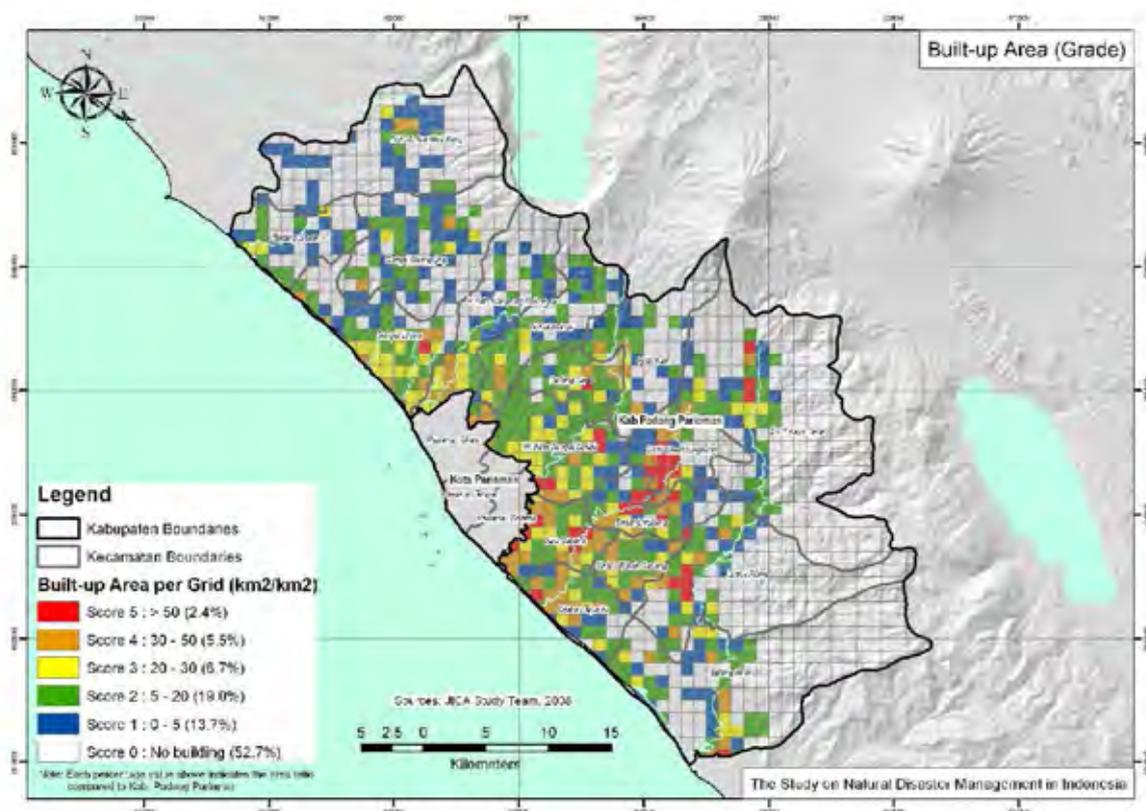
**Gambar 1.6.8 Tingkat Kepadatan Penduduk di Kabupaten Padang Pariaman**

## 2) Wilayah Pembangunan

Untuk memperkirakan kerentanan Kabupaten Padang Pariaman dalam kaitannya dengan wilayah pembangunan, peta tingkat pembangunan wilayah pada interval jaringan 1,000 m dibuat berdasarkan peta wilayah pembangunan (Gambar 1.4.2 pada hal. 1-18). Pemberian skor untuk memperkirakan kerentanan dalam kaitannya rasio wilayah pembangunan diterapkan berdasarkan klasifikasi berikut ini.

- |      |        |           |           |   |
|------|--------|-----------|-----------|---|
| i)   | Skor 5 | : > 50    | (percent) | <Rasio Wilayah Pembangunan Tertinggi>   |
| ii)  | Skor 4 | : 30 – 50 | (percent) | <Rasio Wilayah Pembangunan Agak Tinggi> |
| iii) | Skor 3 | : 20 – 30 | (percent) | <Rasio Wilayah Pembangunan Menengah >   |
| iv)  | Skor 2 | : 5 – 20  | (percent) | <Rasio Wilayah Pembangunan Agak Rendah> |
| v)   | Skor 1 | : <= 5    | (percent) | <Rasio Wilayah Pembangunan Terendah>    |
| vi)  | Skor 0 | : 0       | (percent) | <Tidak Ada Bangunan>                    |

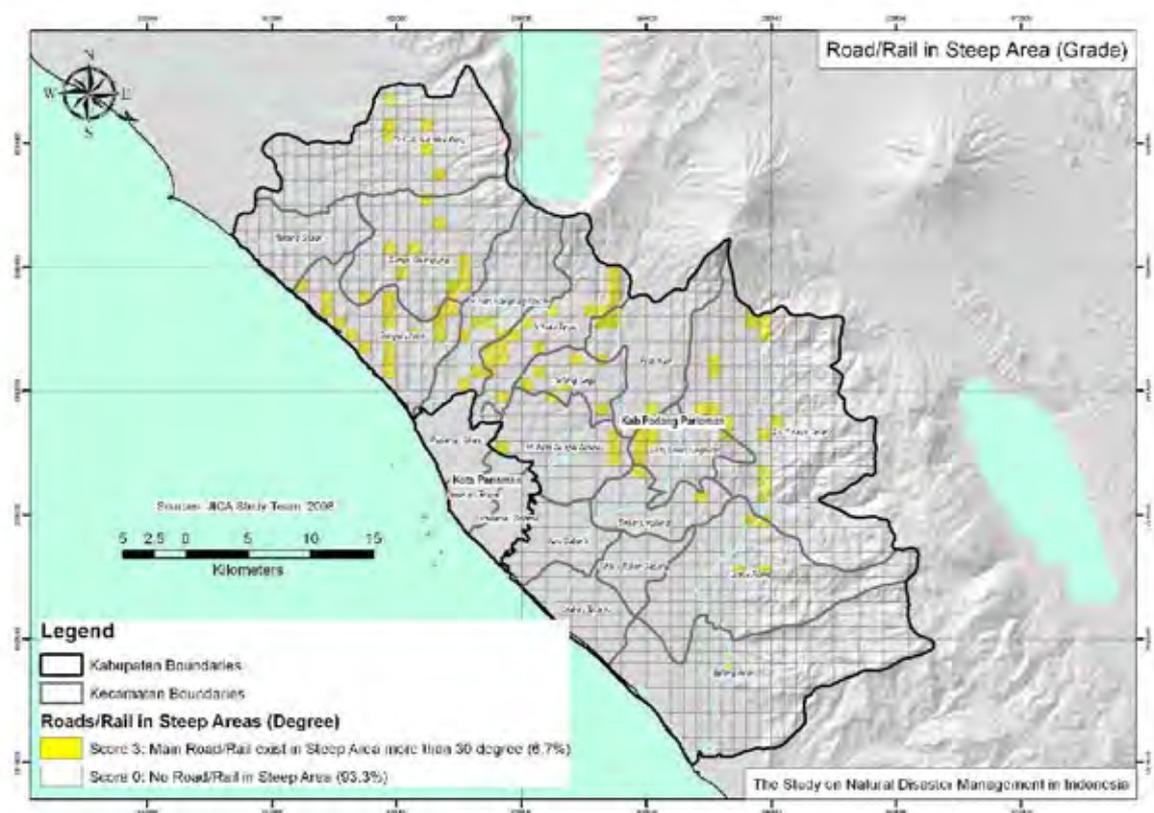
Gambar di bawah ini menunjukkan skor kerentanan rasio wilayah pembangunan yang digunakan oleh tim kajian.



**Gambar 1.6.9** Tingkat Wilayah Pembangunan di Kabupaten Padang Pariaman

### 3) Jalan Raya, Jalur Rel Kereta Api di Wilayah Curam

Untuk memperkirakan kerentanan di Kabupaten Padang Pariaman dalam kaitannya dengan adanya jalur rel kereta api di wilayah yang curam, peta wilayah jalan raya/rel kereta api pada interval jaringan 1000 m dibuat berdasarkan peta elevasi/ketinggian digital (Gambar 1.4.5 pada hal.1-18) dan juga lapisan jalan raya dan jalur rel kereta api yang ditunjukkan pada Gambar 1.4.1. Masing-masing jaringan dibubuhi bendera apabila memenuhi kondisi bahwa lapisan jalan raya dan rel kereta api yang ada di jaringan terletak pada kemiringan rata-rata lebih besar dari 30 derajat. Sistem pemberian skor untuk memperkirakan kerentanan dalam kaitannya keberadaan jalan raya ataupun rel kereta api yang berada di wilayah yang curam kemudian diterapkan. Gambar di bawah ini menunjukkan skor keberadaan jalan raya atau rel kereta api di wilayah yang curam yang digunakan oleh tim kajian terutama sebagai salah satu indeks kerentanan bencana sedimen.



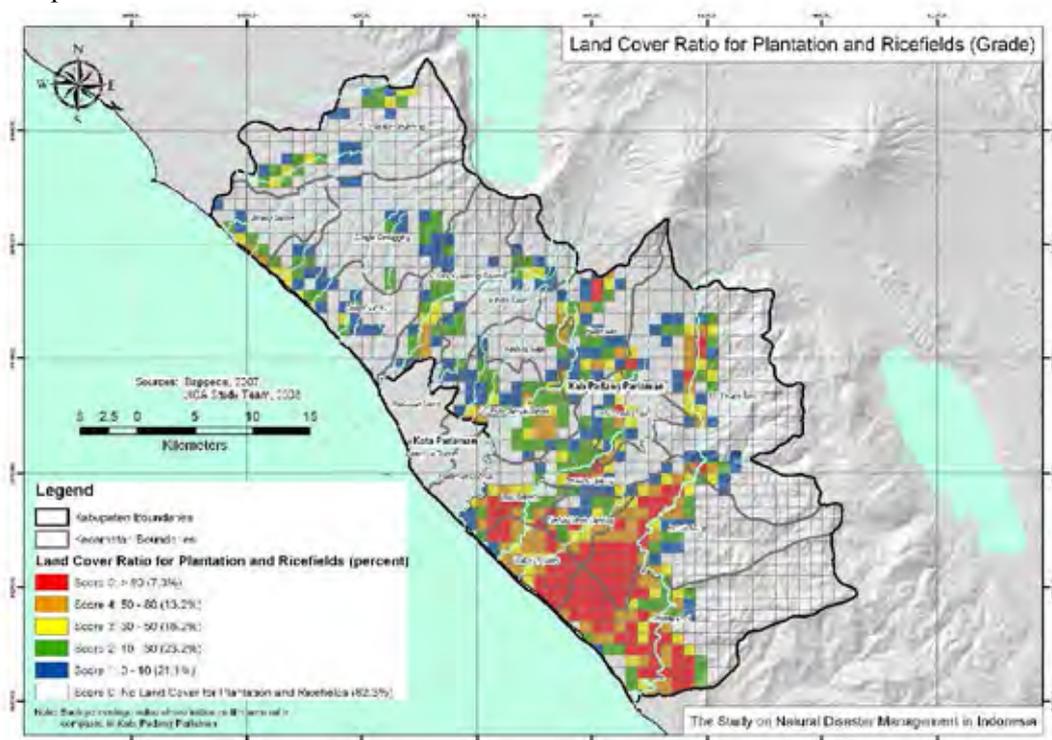
**Gambar 1.6.10 Tingkat Keberadaan Jalan Raya, Rel Kereta Api di Wilayah Curam di Kabupaten Padang Pariaman**

**4) Perkebunan dan Persawahan Padi**

Untuk memperkirakan kerentanan Kabupaten Padang Pariaman dalam kaitannya dengan tingkat keberadaan wilayah perkebunan dan persawahan padi, peta wilayah perkebunan dan persawahan padi pada interval jaringan 1,000 m dibuat berdasarkan peta penutup tanah (Gambar 1.4.8 pada hal 1-24). Sistem pemberian skor untuk memperkirakan kerentanan dalam kaitannya dengan jenis penutup berupa wilayah perkebunan dan persawahan padi diterapkan berdasarkan klasifikasi berikut.

- i) Skor 5 : > 80 (persen) <Rasio Perkebunan dan Persawahan Padi Tertinggi>
- ii) Skor 4 : 50 – 80 (persen) <Rasio Perkebunan dan Persawahan Padi Agak Tinggi>
- iii) Skor 3 : 30 – 50 (persen) <Rasio Perkebunan dan Persawahan Padi Menengah>
- iv) Skor 2 : 10 – 30 (persen) <Rasio Perkebunan dan Persawahan Padi Agak Rendah>
- v) Skor 1 : <= 10 (persen) <Rasio Perkebunan dan Persawahan Padi Terendah>
- vi) Skor 0 : 0 (persen) <Tidak Ada Perkebunan atau Persawahan>

Gambar berikut menunjukkan skor kerentanan penutup berupa wilayah perkebunan dan persawahan yang digunakan oleh tim kajian terutama sebagai salah satu indeks kerentanan bencana banjir. Seperti yang tertera pada gambar, sebagian besar rasio perkebunan dan persawahan padi terkumpul di dataran rendah seperti Kec. Batang Anai, Kec. Lubuk Alung, Kec. Ulakan Tapakis dan Kec. Nansabris.



**Gambar 1.6.11 Tingkat Keberadaan Perkebunan dan Persawahan Padi di Kabupaten Padang Pariaman**

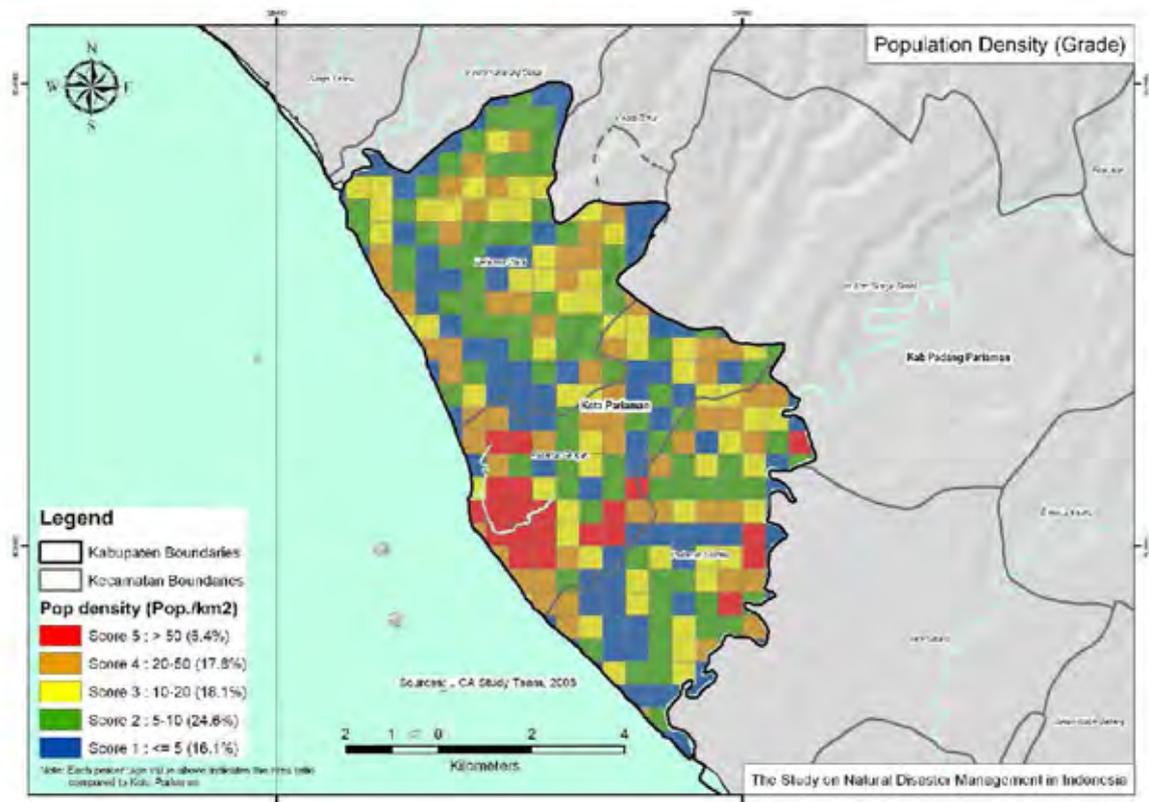
## 1.6.6 Peta Kerentanan Kota Pariaman

### 1) Kepadatan Penduduk

Untuk memperkirakan kerentanan Kota Pariaman dalam kaitannya dengan kepadatan penduduk, peta tingkat kepadatan penduduk pada interval jaringan 500 m dibuat berdasarkan peta kepadatan penduduk (gambar 1.5.3 pada hal 1-29). Sistem pemberian skor untuk memperkirakan kerentanan dalam kaitannya dengan rentang kepadatan penduduk untuk selanjutnya diterapkan berdasarkan klasifikasi berikut.

- |      |        |                     |                                   |
|------|--------|---------------------|-----------------------------------|
| i)   | Skor 5 | : > 50 (pop./ha)    | <Kepadatan Penduduk Tertinggi >   |
| ii)  | Skor 4 | : 20 – 50 (pop./ha) | < Kepadatan Penduduk Agak Tinggi> |
| iii) | Skor 3 | : 10 – 20 (pop./ha) | < Kepadatan Penduduk Menengah>    |
| iv)  | Skor 2 | : 5 – 10 (pop./ha)  | < Kepadatan Penduduk Agak Rendah> |
| v)   | Skor 1 | : <= 5 (pop./ha)    | < Kepadatan Penduduk Terendah>    |

Gambar di bawah ini menunjukkan skor kerentanan kepadatan penduduk yang digunakan oleh tim kajian.



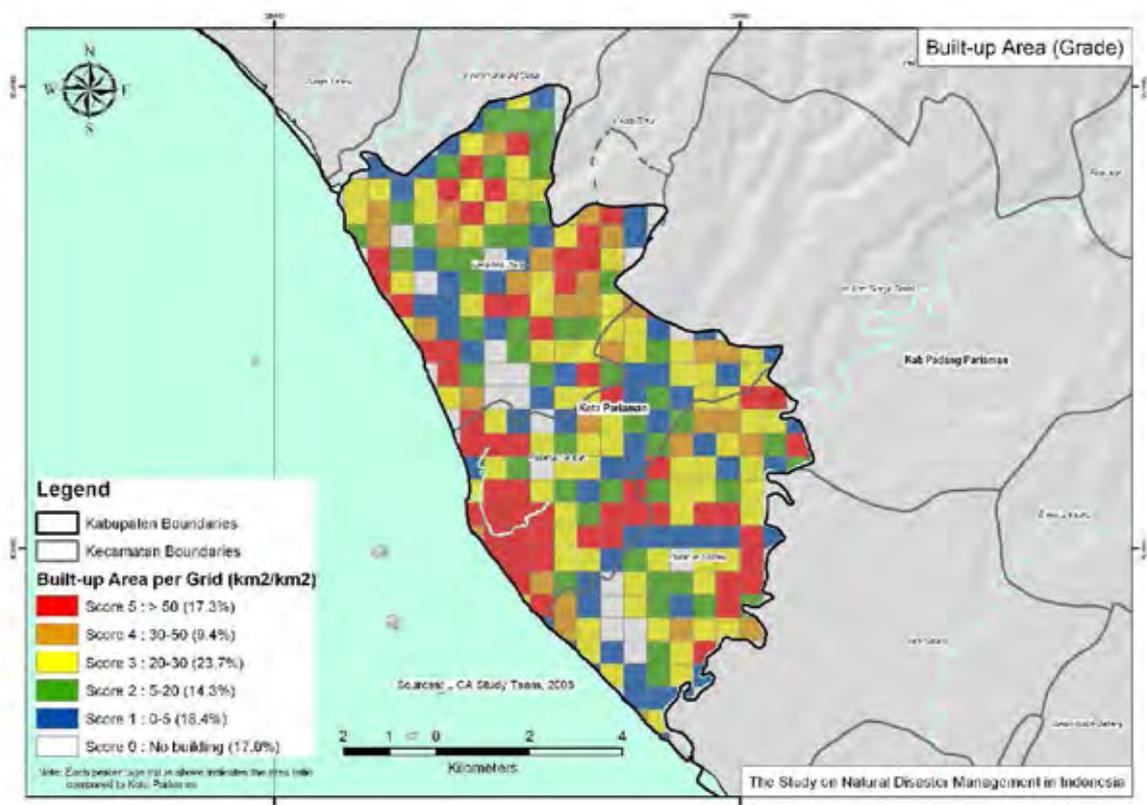
**Gambar 1.6.12 Tingkat Kepadatan Penduduk di Kota Pariaman**

## 2) Wilayah Pembangunan

Untuk memperkirakan kerentanan Kota Pariaman dalam kaitannya dengan wilayah pembangunan, peta tingkat rasio wilayah perbandingan pada interval jaringan 500 m dibuat berdasarkan peta wilayah pembangunan (Gambar 1.5.2 pada hal 1-28). Sistem pemberian skor untuk memperkirakan kerentanan dalam kaitannya dengan rasio wilayah pembangunan diterapkan berdasarkan klasifikasi berikut ini.

- |      |        |           |           |   |
|------|--------|-----------|-----------|---|
| i)   | Skor 5 | : > 50    | (percent) | <Rasio Wilayah Pembangunan Tertinggi>   |
| ii)  | Skor 4 | : 30 – 50 | (percent) | <Rasio Wilayah Pembangunan Agak Tinggi> |
| iii) | Skor 3 | : 20 – 30 | (percent) | <Rasio Wilayah Pembangunan Menengah>    |
| iv)  | Skor 2 | : 5 – 20  | (percent) | <Rasio Wilayah Pembangunan Agak Rendah> |
| v)   | Skor 1 | : ≤ 5     | (percent) | <Rasio Wilayah Pembangunan Terendah>    |
| vi)  | Skor 0 | : 0       | (percent) | <Tidak Ada Bangunan>                    |

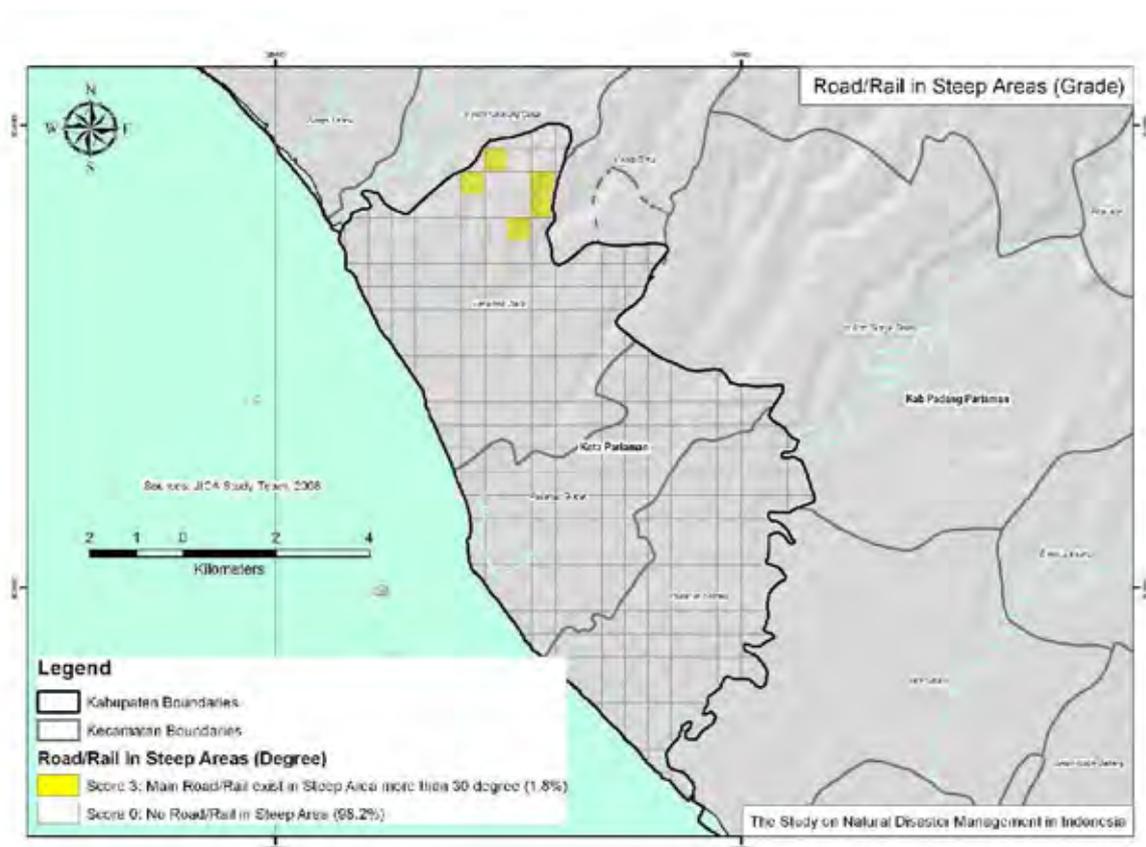
Gambar di bawah ini menunjukkan skor kerentanan wilayah pembangunan yang digunakan oleh tim kajian.



**Gambar 1.6.13 Wilayah Pembangunan di Kota Pariaman**

### 3) Jalan Raya, Jalur Rel Kereta Api di Wilayah Curam

Untuk memperkirakan kerentanan Kota Pariaman dalam kaitannya dengan keberadaan jalan raya ataupun jalur rel kereta api di wilayah yang curam, peta jalan raya dan rel kereta api di wilayah curam pada interval jaringan 500 m dibuat berdasarkan pada peta elevasi/ketinggian digital (Gambar 1.4.5 pada hal 1-18) dan juga lapisan jalan raya dan rel kereta api pada gambar 1.5.1. Masing-masing jaringan dibubuhi bendera apabila memenuhi kondisi bahwa jalan raya ataupun rel kereta api berada di jaringan yang memiliki kemiringan rata-rata lebih besar dari 30 derajat. Sistem pemberian skor untuk memperkirakan kerentanan dalam kaitannya dengan keberadaan jalan raya ataupun rel kereta api di wilayah yang curam digunakan oleh tim kajian terutama sebagai salah satu indeks kerentanan bencana sedimen.



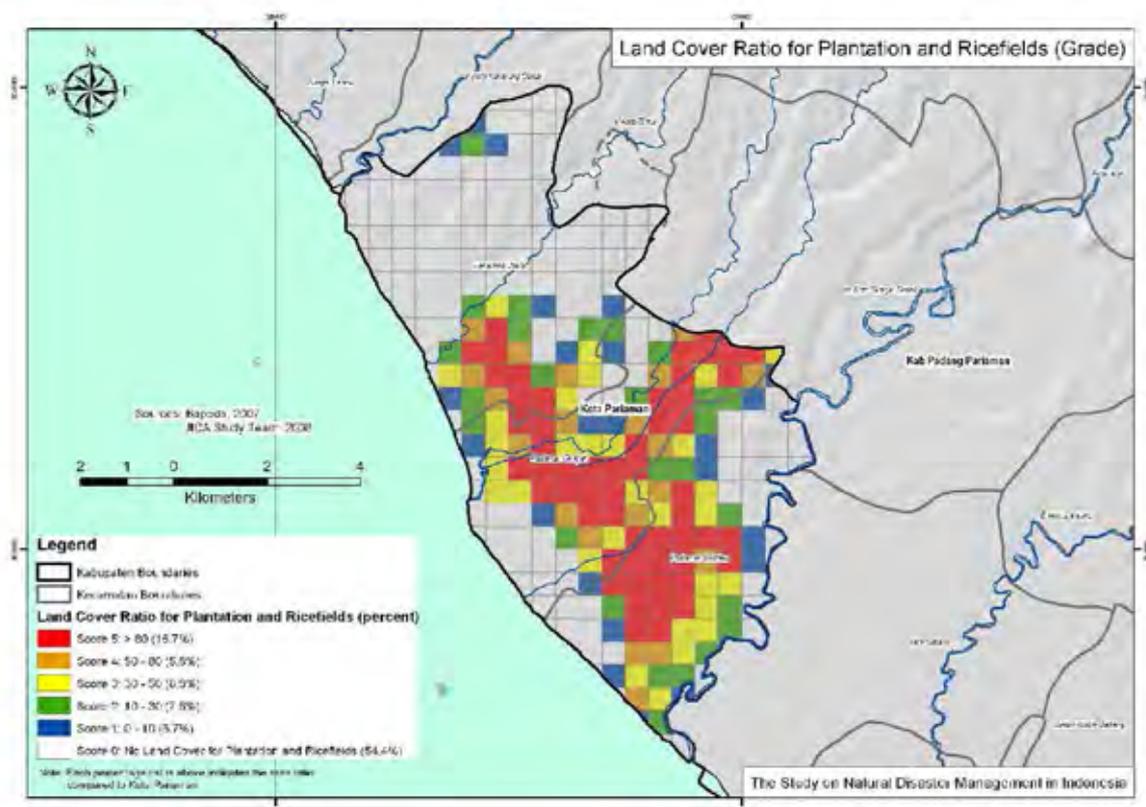
**Gambar 1.6.14 Tingkat Keberadaan Jalan Raya, Rel Kereta Api di Wilayah yang Curam di Kota Pariaman**

#### 4) Perkebunan dan Persawahan Padi

Untuk memperkirakan kerentanan Kota Pariaman dalam kaitannya dengan penutup berupa wilayah perkebunan dan persawahan padi, peta tingkat keberadaan wilayah perkebunan dan persawahan padi pada interval 500 m dibuat berdasarkan peta penutup tanah (Gambar 1.5.6 pada hal 1-32). Sistem pemberian skor untuk memperkirakan kerentanan dalam kaitannya dengan penutup berupa wilayah perkebunan dan persawahan padi kemudian diterapkan berdasarkan klasifikasi berikut.

- |             |                    |  |
|-------------|--------------------|--|
| i) Skor 5   | : > 80 (persen)    | <Rasio Perkebunan dan Persawahan Padi Tertinggi>   |
| ii) Skor 4  | : 50 – 80 (persen) | <Rasio Perkebunan dan Persawahan Padi Agak Tinggi> |
| iii) Skor 3 | : 30 – 50 (persen) | < Rasio Perkebunan dan Persawahan Padi Menengah>   |
| iv) Skor 2  | : 10 – 30 (persen) | <Rasio Perkebunan dan Persawahan Padi Agak Rendah> |
| v) Skor 1   | : <= 10 (persen)   | < Rasio Perkebunan dan Persawahan Padi Terendah>   |
| vi) Skor 0  | : 0 (persen)       | <Tidak Ada Perkebunan atau Persawahan>             |

Gambar berikut menunjukkan skor kerentanan penutup berupa wilayah perkebunan dan persawahan yang digunakan oleh tim kajian terutama sebagai salah satu indeks kerentanan bencana sedimen.



**Gambar 1.6.15 Tingkat Keberadaan Perkebunan dan Persawahan Padi di Wilayah yang Curam di Kota Pariaman**

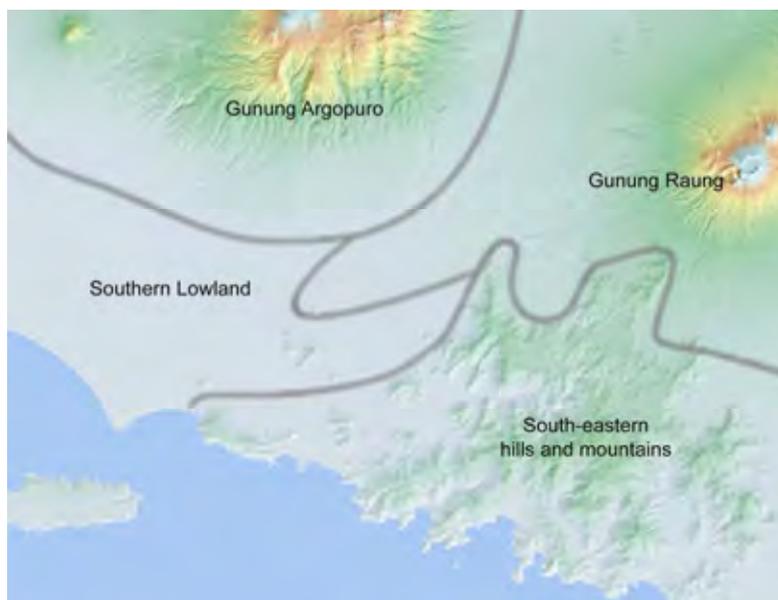
## BAB 2 TOPOLOGI DAN GEOLOGI DI DAERAH PERCONTOHAN

### 2.1 Kabupaten Jember

#### 2.1.1 Bentuk Lahan Kabupaten Jember

Kabupaten Jember memiliki gunung Argopuro (titik ketinggian tertinggi 3.072m) di sebelah utaranya, dan gunung Raung (titik ketinggian tertinggi 3.328m) di sebelah timur laut, sementara di sebelah selatan terdapat Pegunungan Tenggara (titik ketinggian tertinggi 1.223m) yang meluas dari timur ke barat. Dataran rendahnya tersebar di sebelah barat daya propinsi, dikelilingi oleh gunung Argopuro, gunung Raung dan Pegunungan Selatan.

Kabupaten Jember dapat dibagi menjadi 4 daerah bentuk lahan (Gambar 2.1.1). Karakteristik dari tiap daerah bentuk lahan tersebut digambarkan sebagai berikut.



**Gambar 2.1.1** Pembagian Geomorfologi di Jember

#### 1) Dataran rendah bagian tenggara

Dataran rendah meluas melewati bagian barat tengah Kabupaten Jember dengan ketinggian 0-50m di atas permukaan laut.

Dataran *fluvial* di bagian tengah terbentuk oleh sungai Bedadung dan alirannya. Wilayah baratnya terdiri dari endapan dataran *fluvial* yang berasal dari sungai Malang dan Bondoyudan yang mengalir dari gunung Argopuro. Banyak aliran sungai dan saluran irigasi yang berkembang dari pertengahan hilir sungai.

Sungai Bedadung yang mengalir di sepanjang bagian tengah kota Jember merupakan campuran endapan runtunan *edifice* gunung Raung dan gunung Argopuro, (lihat di bawah), dan runtunan batuan dari pecahan lembah. Lembah dalam ini muncul melintasi sungai Bedadung dan dataran erosi setinggi 7~8m dari dasar sungai terbentuk dari sebuah bagian di sekeliling plato dimana sejumlah besar rumah dibangun di sana.

Pada sisi laut dari dataran pantai, sebuah gumuk pasir terlihat dengan ketinggian sekitar 10 meter, dan daratan selanjutnya merupakan palang pasir dengan ketinggian sekitar 5 sampai 9m. Gumuk pasir membentuk rangkaian virtual dari Pugur sampai Paseban.

## 2) Lereng Pegunungan Raung

Bagian barat lereng gunung Raung termasuk bagian dari Kabupaten Jember. Lereng runtunan *edifice* besar, berbentuk tapal kuda tampak pada permukaan sebelah barat gunung Raung, dengan beberapa gumuk di bagian bawahnya. Gumuk yang tersebar di sebelah barat pada dasar gunung Raung dikenal sebagai Bukit Sepuluh Ribu. Hampir seluruh gumuk di bagian barat merupakan Kecamatan Balung, yang terletak sekitar 40km dari puncak gunung Raung.

Gunung Panjungan (2.367m) merupakan kerucut gunung api yang terbentuk di atas lereng runtunan *edifice*, dimana semburan vulkanik mengendap di daerah sekitarnya pada 400m di atas permukaan laut (dekat Sumberjambe).

## 3) Lereng Pegunungan Argopuro

Bagian selatan lereng gunung Argopuro merupakan bagian dari Kabupaten Jember. Puncak gunung Argopuro menunjukkan 5 kerucut yang berbeda; lereng bagian selatan merupakan lereng tua gunung api. Lereng sebelah tenggara gunung Argopuro dipilah oleh beberapa bukit sehingga dapat terlihat runtunan lereng dan lembah dalam. Sebuah perwakilan lembah dihancurkan oleh sungai Karangbayat, sungai Klatakan, sungai Kali Putih, dan sungai Kemiri (Jompo) dari arah barat, yang kesemuanya menghasilkan sejumlah besar endapan yang membentuk kipas aluvial pada kaki gunung api dan teras runtunan pecahan batuan.

Kipas aluvial tua di sekeliling lereng gunung Argopuro berbentuk bukit dengan ketinggian 400~500m.

## 4) Pegunungan bagian Tenggara “Pegunungan Meru Betiri”

Sebuah bukit dan pegunungan terbentang di bagian selatan Kabupaten Jember dan Kabupaten Banyuwangi pada 50~1.200m di atas permukaan laut. Pegunungan itu sendiri mencapai 50km melintas dari timur ke barat, atau 90km jika bukit di kejauhan termasuk. Panjangnya sekitar 40km dari utara ke selatan. Barisan bukit, yang meluas secara tidak beraturan, merupakan sebuah kelurusan yang menyerupai bentuk lahan sesar dan hampir tidak terlihat. Bagian utara dan barat dari Pegunungan Tenggara terkubur oleh semburan vulkanik. Dan juga, bagian selatan

berhadapan langsung dengan laut dan membentuk pantai Rias. Pulau Nusabarong merupakan dataran tinggi karst yang terdiri dari batuan kapur dengan ketinggian 200~300m.

## 2.1.2 Geologi Kabupaten Jember

Stratigrafi daerah ini merupakan satuan dari masa Holosen sampai Akhir Oligosen.

Tabel 2.1.1 menunjukkan geologi Kabupaten Jember.

**Tabel 2.1.1 Geologi Kabupaten Jember**

Usia Geologi	Geologi	Jenis Batuan dan Stratigrafi
Kuarter	Endapan Aluvial	Endapan <i>Fluvial</i>
		Endapan Laut
		Endapan runtuhan pecahan batuan
	Hasil Vulkanik	Abu vulkanik dan Laterit padat
		Endapan runtuhan <i>Edifice</i> Gunung Api Raung
		Batu Piroklastik Gunung Api Raung
		Batu Piroklastik Gunung Api Argopuro
Tersier	Formasi Mandalika	
	Formasi Puger	
	Granodiorit dan Diorit	
	Batuan Kapur anggota Formasi Merubetiri	
	Formasi Sukumade	
	Formasi Merubetiri	
	Formasi Batuampar	

Batuan tertua di daerah ini adalah batuan sedimen tersier yang tersebar pada ketinggian 200~1200m di sebelah tenggara pegunungan. Di sini juga ditemukan endapan batuan lempung, batu pasir, batupasir tufan dan batuan kapur dari Oligosen sampai Miosen. Batuan tersebut bergabung, tetapi keausan permukaan tinggi.

Mengikuti batuan endapan di sebelah tenggara pegunungan adalah semburan vulkanik gunung Argopuro. Periodenya berbeda menurut pembagian wilayah semburan vulkanik gunung Argopuro. Untuk badan vulkanik, bagian baratnya tua dan kaki gunung dipisahkan juga oleh lembah kecil, dan membentuk latosol tebal. Pada badan pegunungan sebelah timur tersingkap lava dan material piroklastik paralel di sepanjang lembah. Beberapa lembah dalam terbentuk di selatan lereng gunung Argopuro, dan pecahan batuan serta lempung yang berasal dari lembah membentuk sebuah kipas aluvial tua. Karena kipas aluvial skala besar merupakan bagian dari sungai Kalatakan, endapan tebal kipas aluvial menjadi tersebar.

Gunung Raung lebih muda daripada gunung api Argopuro, dan sekarang ini dinyatakan aktif. Pada bagian barat lereng di sisi Kabupaten Jember, dapat diamati kelanjutan endapan runtuhan *edifice* yang mengalir sejajar sungai Bedadung melewati tengah Jember. Endapan runtuhan *edifice* tebalnya sekitar 15m dengan partikel andesit membundar 20cm~50cm dan sebuah matriks

pasir *lithic* dari dasar sungai. Juga bongkahan dengan diameter lebih dari 3m dapat terlihat di dasar sungai. Kondisi di permukaan tidak terlalu menguntungkan, karena endapannya tidak beraturan, dan struktur lapisan di bawahnya sulit terlihat.

Sumber abu vulkanik latosol menutupi tanah di dasar gunung Raung dan gunung Argopuro. Ketebalan latosol mencapai lebih dari 5m. Pada saat latosol kering, ia akan menjadi relatif keras, tetapi apabila ditambahkan air, menjadi tidak padat dan mudah merosot.



**Foto 2.1.1      Latosol di Kecamatan Panti**

### **2.1.3    Klasifikasi Tipe Tanah dan Jenis Tanah**

#### **1)    Kumpulan data terkait**

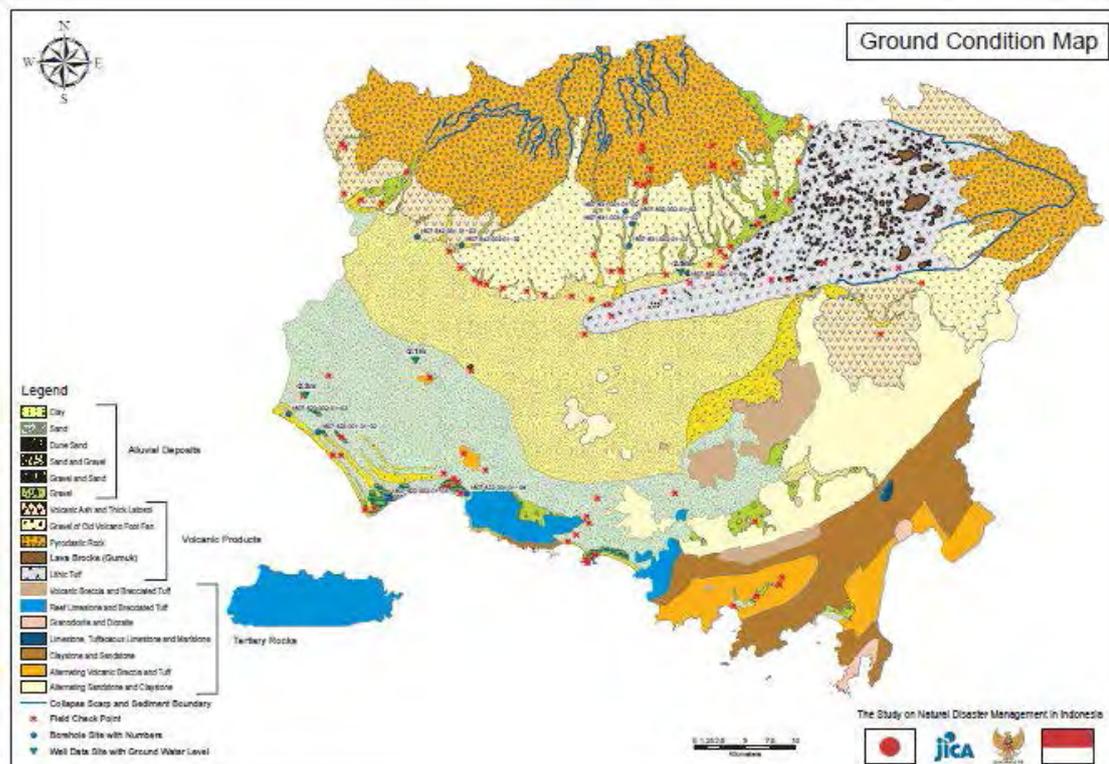
Peta Topografi (skala 1:25.000), foto udara (skala 1:50.000, 1993), peta geologi (skala 1:100.000) dan data pengeboran telah dikumpulkan untuk analisa topografi/geologi. Data pengeboran dikumpulkan melalui PU, dan selanjutnya seluruh data menurut konstruksi jembatan.

**Tabel 2.1.2      Data Pengeboran Terkumpul**

Nomor dan Nama Peta	Jumlah Lokasi	Jumlah Pengeboran
1607-523 Kencong	2	4
1607-542 Tanggul	2	4
1607-552 Getem	2	4
1607-631 Rampipuji	3	6
1607-632 Jember	3	6

## 2) Pemetaan Kondisi Tanah

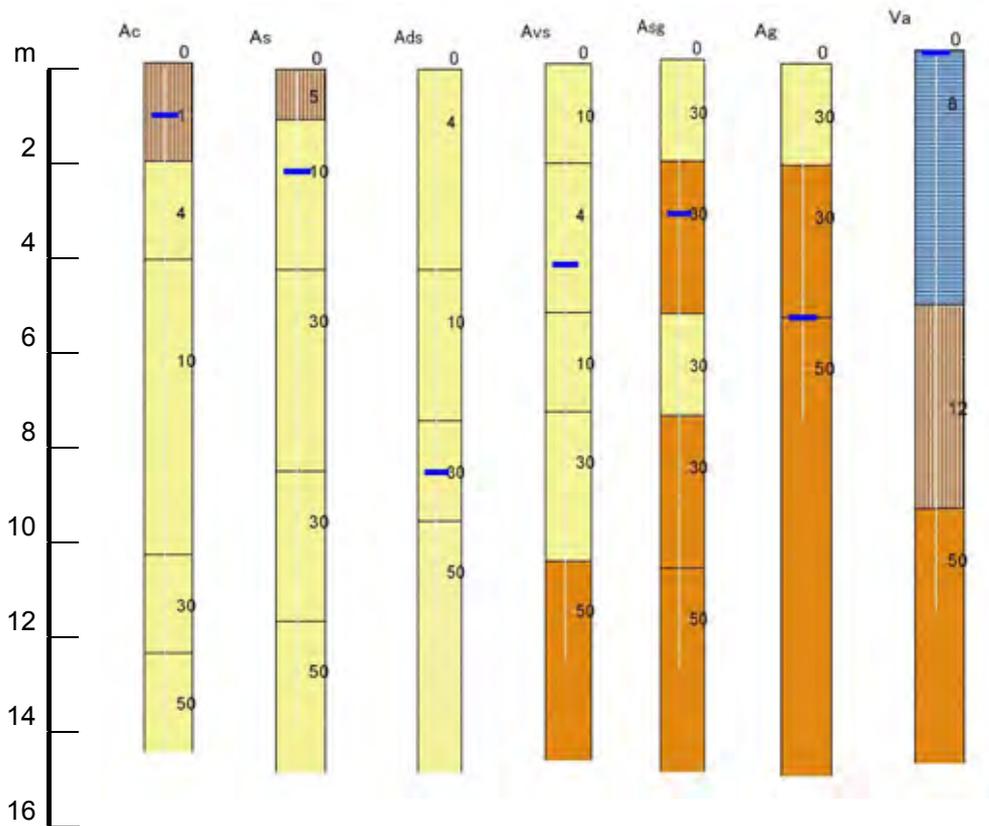
Peta Kondisi Tanah digunakan untuk pemetaan bahaya gempa dan pemetaan bahaya sedimentasi. Ini berbeda dari peta geologi survei lazimnya karena mereka memperhatikan tanah dan tampilan geologi, mengkaji tipe dan kemungkinan bencana dikelompokkan secara benar. Ada 18 pembagian jenis tanah di Kabupaten Jember. Dari 18 jenis tanah, batuan tersier terhitung sebagai satu kelompok untuk memperkirakan gerakan tanah sehingga dianggap ada 13 jenis.



Gambar 2.1.2   Peta Kondisi Tanah

## 3) Pembuatan Kolom Penyederhanaan Geologi

Untuk memperkirakan gerakan tanah gempa bumi, kami mempelajari kolom penyederhanaan geologi dari 13 jenis tanah tersebut di atas dan daya fisik masing-masing dari tiap tanah dan tampilan geologi. Hasil dari Uji Penetrasi Standar ditunjukkan dalam data pengeboran yang telah dikumpulkan, dan dengan didasarkan pada data tersebut dan menggunakan contoh kasus dari Jepang kami memperkirakan Rata-rata Nilai Uji Penetrasi Standar, kepadatan, dan kecepatan gelombang S.

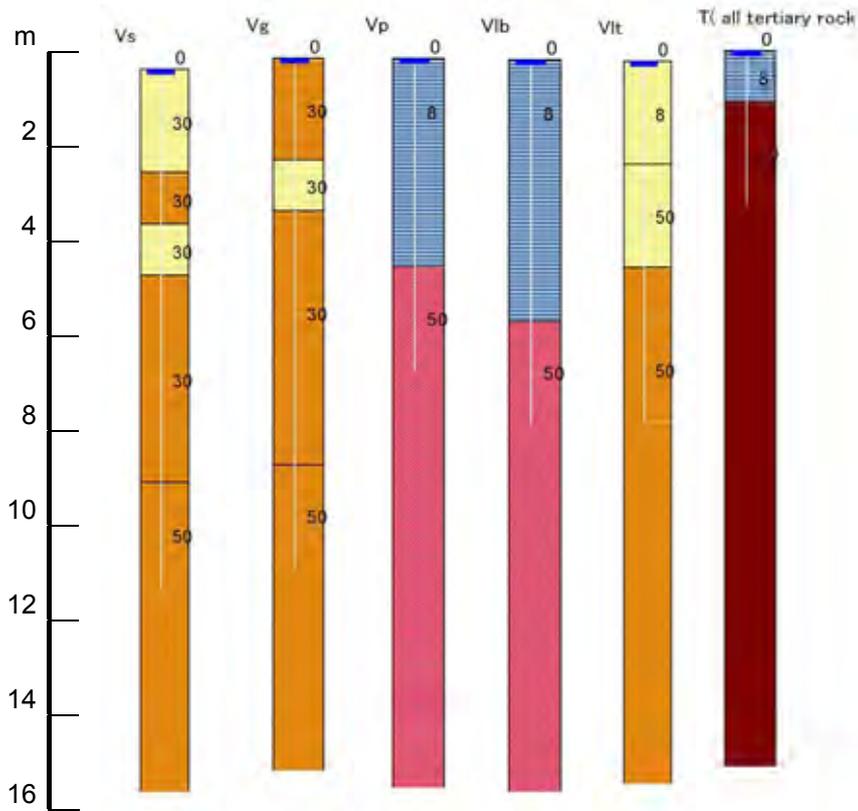


Legenda

	tanah permukaan
	lempung
	endapan pasir
	pasir
	kerikil
	lava
	batuan keras

Angka : Nilai Uji Penetrasi Standar

**Gambar 2.1.3 Kolom Penyederhanaan Geologi untuk Analisa Gempa (1)**



Legenda

	tanah permukaan
	lempung
	endapan pasir
	pasir
	kerikil
	lava
	batuan keras

Angka : Nilai Uji Penetrasi Standar

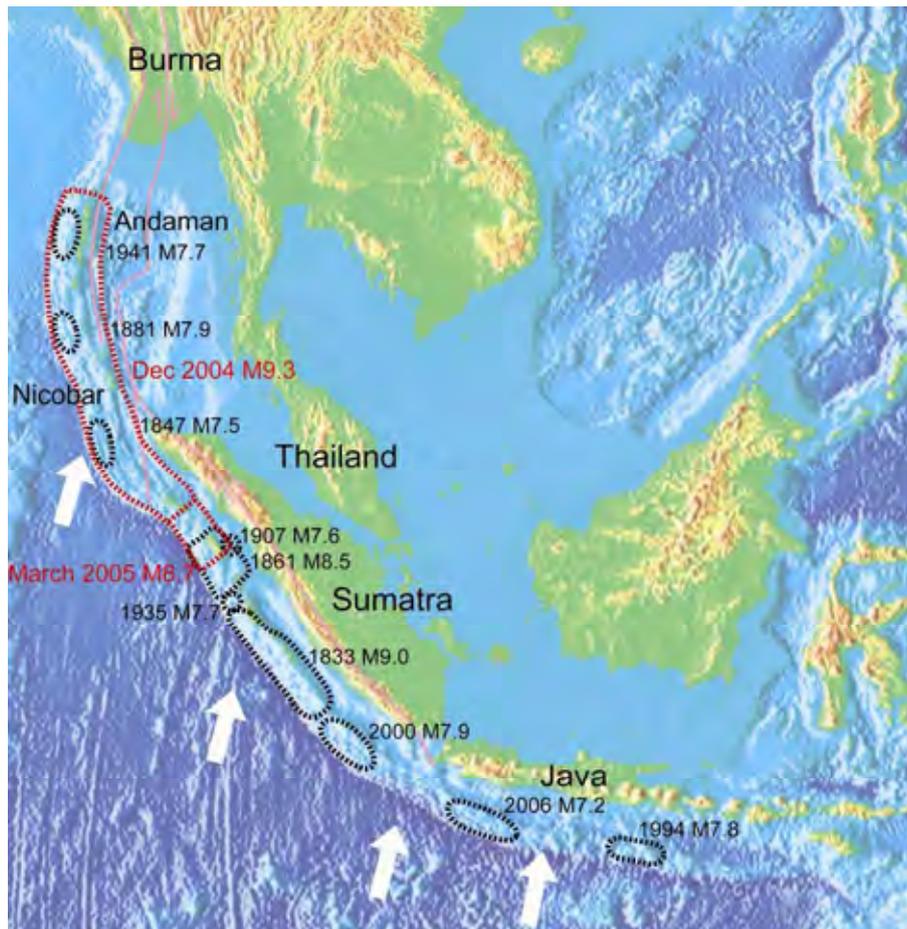
**Gambar 2.1.4 Kolom Penyederhanaan Geologi untuk Analisa Gempa (2)**

**Tabel 2.1.3 Nilai Fisik Tanah dan Jenis Batuan**

Usia Geologi		Tanah dan Geologi	Simbol	Nilai Fisik				
				Kisaran Nilai Uji Penetrasi Standar	Rata-rata Nilai Uji Penetrasi Standar	Kepadatan (g/cm <sup>3</sup> )	Kecepatan Gelombang S (m/s)	
Kuarter	Modern	Lempung	Ac1	0 sampai 3	1	1.5	120	
			Ac2	3 sampai 10	5	1.6	180	
		Pasir	As1	1 sampai 8	4	1.7	150	
			As2	8 sampai 20	10	1.8	190	
			As3	20 dan lebih	30	1.8	250	
		Kerikil	Ag	10 sampai 50	30	2.0	270	
	Latosol	Lm	5 sampai 10	8	1.6	190		
	Plistosen	Lempung	Dc1	2 sampai 8	4	1.6	190	
			Dc2	8 sampai 20	12	1.7	250	
			Dc3	20 dan lebih	25	1.8	320	
		Pasir	Ds1	1 sampai 15	8	1.8	200	
			Ds2	15 sampai 50	30	1.8	250	
			Ds3	Lebih dari 50	50	1.9	400	
		Kerikil	Dg1	Kurang dari 50	30	2.0	350	
			Dg2	Lebih dari 50	50	2.1	500	
		Kerikil vulkanik	Vg	Lebih dari 50	50	2.1	500	
		Modern dan Plistosen	Lava	Lv	Lebih dari 50	50	2.1	1300
		Tersier	Batuan keras	T	Lebih dari 50	50	2.2	1500

#### 2.1.4 Sasaran Gempa di Kabupaten Jember

Kami mempelajari sasaran gempa bumi dari catatan sejarah gempa bumi, aktifitas gempa sebelumnya, dan latar belakang tektonik. Di laut Pulau Jawa, tumbukan lempengan Samudera Hindia-Australia di bawah lempengan Eurasia berlanjut dengan kecepatan relatif rata-rata 6~7cm/yr. Di laut Pulau Jawa, ketidaksamaan batas lempengan menurut gerakan relatif antar lempengan diimbangi oleh gerakan non seismik atau gempa bumi M7~8 sehingga, walaupun dengan melihat catatan sejarah bencana gempa bumi, gempa bumi lempeng dalam yang melampaui M8 tidak diketahui.



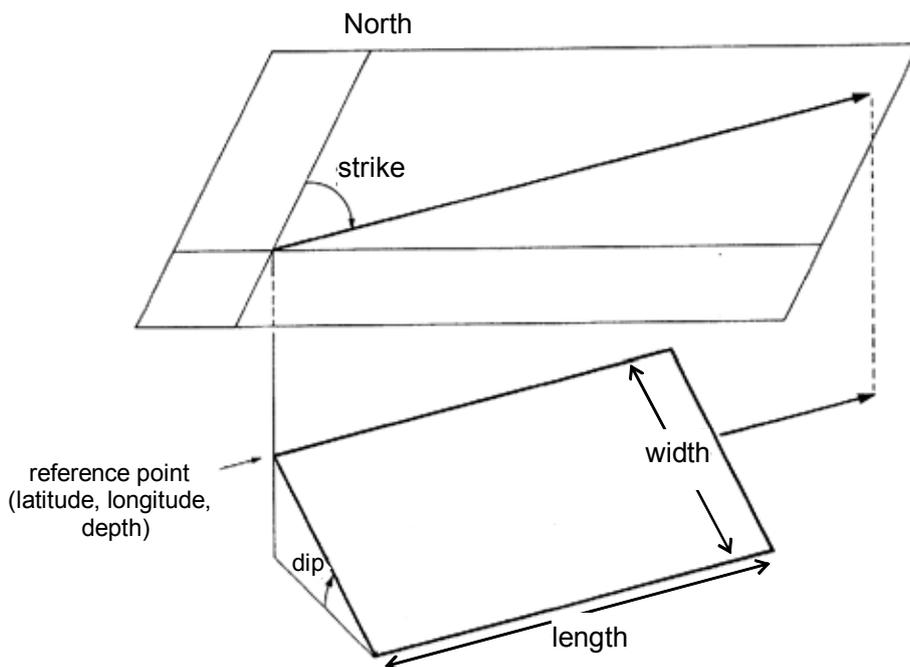
**Gambar 2.1.5 Latar Belakang Tektonik dan Zona Retakan Gempa Bumi Sebelumnya di Lengkungan Andaman-Sunda**  
(Panah putih menandakan arah gerakan lempengan Samudera Hindia-Australia)

### 1) Gempa Bumi Lempeng Dalam

Di laut Pulau Jawa, jenis kerusakan gempa bumi M7,5~M8 muncul di dekat poros parit di dalam lempengan Samudera Hindia-Australia, seperti yang terjadi pada tahun 1921 (Ms7,5) dan 1977 (Ms7,9). Diyakini bahwa skala maksimum lempeng dalam dan lempeng luar adalah sama. Baru-baru ini, sebuah gempa bumi lempeng dalam (Mw7,6) muncul di laut Pulau Jawa pada 2 Juni 1994, dan sebuah gempa bumi lempeng luar terjadi pada 17 Juli 2006.

Dalam situasi ini, sasaran gempa bumi Kabupaten Jember diyakini merupakan gempa bumi lempeng dalam yang dapat muncul di lepas pantai Kabupaten Jember.

Definisi parameter sesar diberikan dalam Gambar 2.1.6, dan parameter sesar yang berpengaruh di Kabupaten Jember ditunjukkan dalam Tabel 2.1.4.



Gambar 2.1.6 Unsur-unsur Parameter Sesar

Tabel 2.1.4 Parameter Sesar Sasaran Gempa  
(Gempa bumi lempeng dalam di lepas pantai Kabupaten Jember)

Mw	Lintang(D)	Bujur(D)	Tebal	Panjang	Lebar	Strike	Dip
8.0	-10.780	113.905	0 km	126 km	61 km	284°	12°

2) Gempa di Darat

Di Kabupaten Jember terdapat juga kemungkinan bahwa sesar aktif darat atau sesar aktif yang belum diketahui dapat menyebabkan gempa bumi, seperti gempa bumi di Jawa Tengah pada 27 Juni 2006. Namun, hal ini tidak dapat diketahui dari topografi atau geologi lapisan permukaan karena endapan vulkanik tebal (semburan vulkanik dan endapan kipas aluvial) yang menutupi tanah maupun di bawahnya dimana sebuah sesar dapat terkubur.

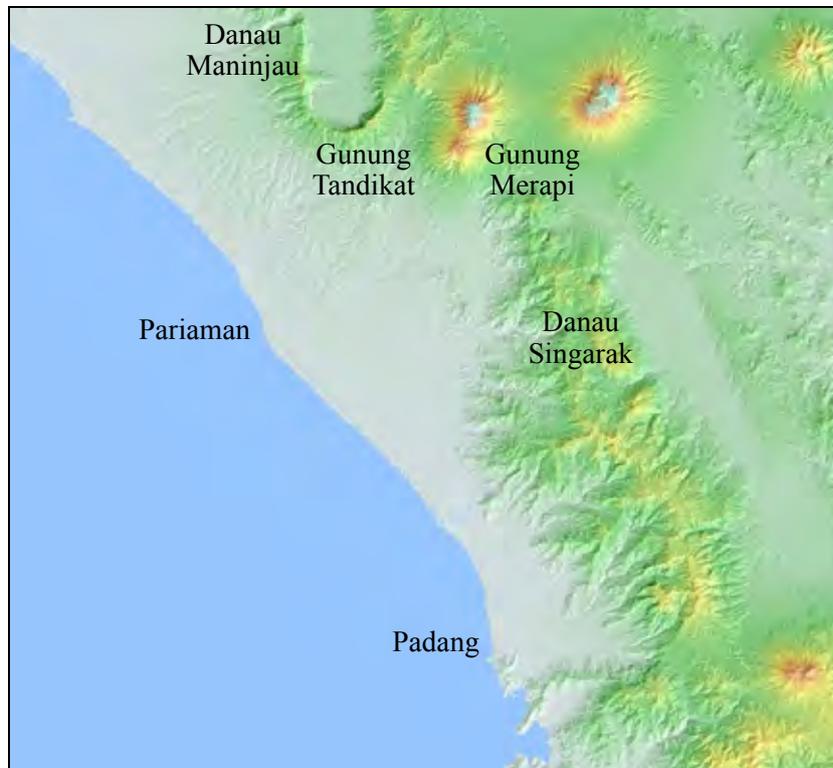
Sulit untuk menafsirkan pusat gempa darat karena kenyataan bahwa tidak ada sesar aktif terlihat di darat yang menjadi sesar sumber gempa bumi dan, dan juga, pengamatan gerakan kerak secara teliti tidak dilaksanakan. Oleh sebab itu, tidak salah jika mengasumsi sebuah sasaran gempa bumi di darat dapat muncul dimana saja dalam Kabupaten Jember.

## 2.2 Kabupaten Padang Pariaman

### 2.2.1 Bentuk Lahan Kabupaten Padang Pariaman

Sumatera Barat merupakan daerah pegunungan dengan ketinggian mencapai 3.000 M di atas permukaan laut yang terbentuk dari endapan batuan *Paleozoic* dan batuan *Igneous* yang terbentang sepanjang pegunungan berapi aktif hingga ke arah timur. Patahan Besar Sumatera memisahkan provinsi ini tepat di tengahnya – patahan topografinya jelas terlihat – pada arah Utara dari Barat Laut hingga Selatan dari Tenggara. Bentangan tanah diantara pusat bentangan pegunungan dan tepi pantai terbentuk dari dataran tinggi vulkanik dan dataran tinggi aliran *pyroclastic* dengan dataran pinggir pantai yang sempit di sepanjang pantai.

Menjulung tinggi pada bagian Timur (sisi pegunungan) dari Kabupaten Padang Pariaman adalah 2 buah gunung berapi yang besar; Gunung Tandikat dengan ketinggian 2.347 M dan kembarannya Gunung Singgalang dengan ketinggian 2.877 M. Danau Maninjau, dengan lokasi di ujung bagian utara dari Kabupaten Padang Pariaman merupakan danau *kaldera* dengan ukuran 20 Km dari utara – selatan dan 8 Km dari Timur – Barat yang terbentuk setelah letusan gunung berapi 52.000 tahun yang lalu. Hasil-hasil vulkanik dari letusan yang besar ini tersebar di area yang cukup luas di utara – tengah Kabupaten Padang Pariaman. Saat ini, hasil-hasil vulkanik ini dapat dilihat sebagai dataran tinggi dan dataran rendah aliran *pyroclastic*.



Gambar 2.2.1 Gambaran Topografi Daerah Sumatra Barat

Dataran tinggi vulkanik dan aliran *pyroclastic* terbentuk dari ledakan besar yang membentuk *kaldera* Maninjau 52.000 tahun yang lalu, yang tergolong luas pada bagian Barat Laut Kabupaten Padang Pariaman. Sebagian besar dari area ini terdiri dari pasir *pumiceous* yang tidak menyatu dan batu kerikil, dan rentan terhadap longsor.

Dataran rendahnya terdiri dari dataran *fluvial* dan daratan tepi pantai. Daratan *fluvial* dibentuk oleh banjir yang disebabkan oleh beberapa sungai-sungai besar. seperti Batang Anai, Batang Ulakan dan Batang Mangau. Pada bagian tengah hulu sungai Batang Anai terdapat tiga bagian sempit yang sangat jelas. Bagian ini sangat berpengaruh terhadap perubahan topologi sungai. Bagian-bagian sempit pada bagian terendah, hilir sungai Batang Tinjaulaut selalu membentur aliran air yang berliku-liku. Sabuk *meander*/berliku-liku ini dan daratan yang tergenang cenderung untuk banjir.

Bagian tengah dan barat lembah sungai merupakan dataran tinggi aliran *pyroclastic* dan gunung-gunung dataran rendah (sebagian besar terbentuk dari endapan-edapan aliran *pyroclastic*), meskipun kedua area lembah dan panjang aliran relatif kecil.

Diantara sungai-sungai tersebut, terdapat lembah-lembah yang besar di bagian selatan Batang Ulakan dan Batang Mangau, dan jalur yang berliku-liku dapat dilihat pada bagian hilir.

Hampir pada keseluruhan sungai-sungai ini, muara sungai terhambat oleh gundukan-gundukan pasir, perabungan pantai dan bukit pasir yang melapisi pantai, menyebabkan sistem pengairan yang tidak bagus dan pembentukan rawa.

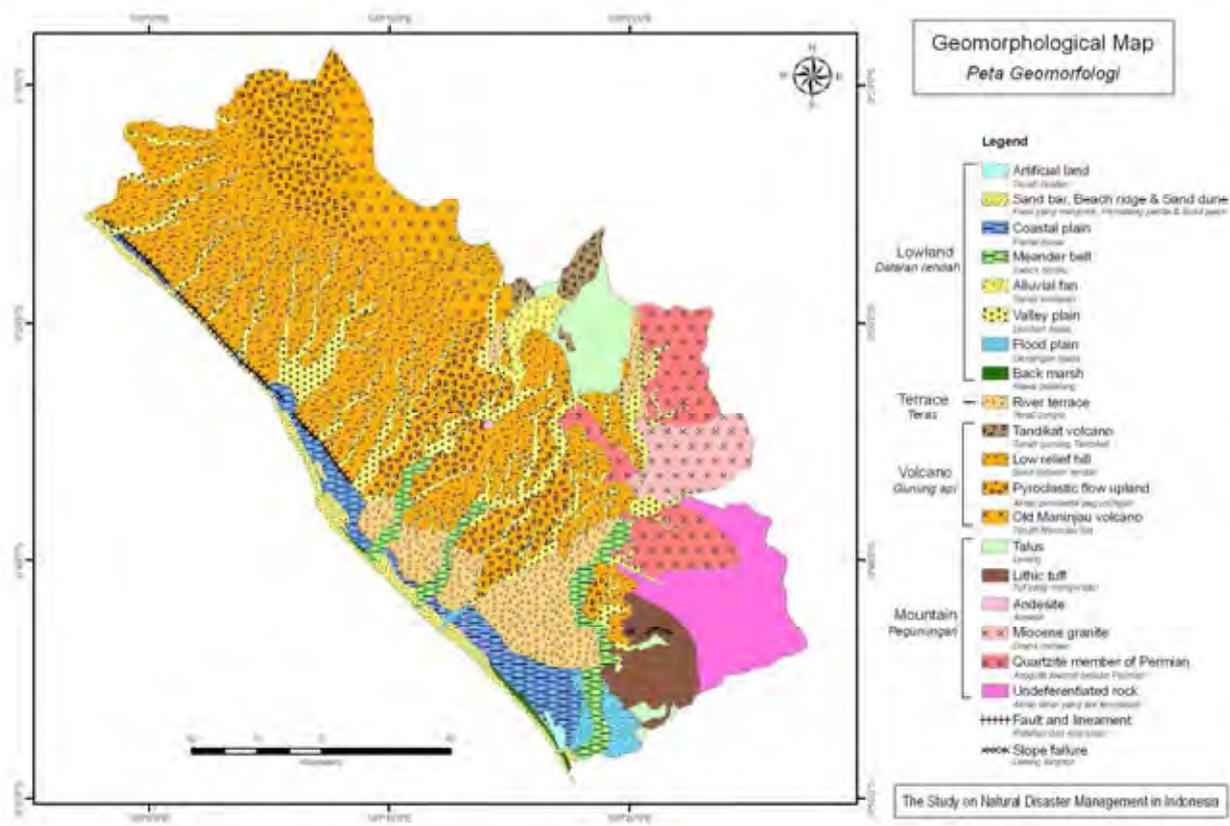
Kabupaten Padang Pariaman mempunyai pantai yang lurus dengan hanya sedikit perubahan, dilapisi untaian gundukan-gundukan pasir, perabungan pantai dan bukit pasir, yang berada pada ketinggian 3 atau 4 M, dengan ketinggian bukit pasir tertinggi sekitar 5 M.

Diantara area-area dengan ketinggian yang berbeda-beda ini terdapat dataran rendah bertanggung, bagian dimana terdapat rawa dan sawah.

Legenda dan hasil Peta Geomorfologi dijelaskan pada Tabel 2.2.1 and Gambar 2.2.2.

**Tabel 2.2.1                      Legenda Peta Geomorfologi Kabupaten Padang Pariaman**

Kelompok Bentuk Tanah	Tipe Bentuk Tanah/Landform	Lokasi Bentuk Tanah
Dataran Rendah	Dataran Buatan	Kebanyakan tersebar di Bandara Internasional Minangkabau
	Gundukan Pasir, Perabungan pantai dan Bukit Pasir	Lokasi yang tinggi di sepanjang pantai
	Dataran Tepi Pantai	Dataran sepanjang pantai
	Sabuk <i>Meander</i>	Dataran tergenang dengan jalur <i>meander</i> yang jelas
	Kipas <i>Alluvial</i> /tanah endapan	Dataran rendah yang datar dimulai dari area pegunungan hingga ke pantai yang terbentuk dari endapan <i>fluvial</i>
	Dataran berlembah	Dataran rendah yang datar di daerah lembah
	Dataran tergenang	Dataran rendah yang datar yang disebabkan oleh bajir yang berulang kali
	Kubangan rawa	Kubangan di belakang cabang sungai
Undakan	Undakan sungai	Undakan <i>fluvial</i>
Gunung Berapi	Gunung berapi Tandikat	Gunung berapi Tandikat
	Pegunungan ketinggian rendah	Pegunungan ketinggian rendah terbentuk melalui letusan Kaldera Maninjau. Karena mater-materi yang halus, banyak lembah-lembah yang terbentuk
	Dataran tinggi aliran <i>Pyroclastic</i>	Dataran tinggi aliran <i>pyroclastic</i> terbentuk melalui letusan Kaldera Maninjau. Permukaan yang datar lebih banyak dibandingkan dengan pegunungan ketinggian rendah
	Gunung berapi Maninjau Lama	Lereng gunung berapi Maninjau Lama
Gunung	Lereng	Bentuk daratan yang terbentuk oleh reruntuhan kegagalan lereng
	<i>Lithic tuff</i> (QTt)	Lereng gunung dengan <i>Lithic tuff</i>
	Andesit (Qtp)	Lereng gunung dengan Andesite
	Granit <i>miocene</i> (Tmgr)	Lereng gunung dengan Granit <i>miocene</i>
	Kwarsit tergolong kepada Permian (Pq)	Lereng gunung dengan Kwarsit tergolong kepada Permian (Pq)
	Batu yang tidak dapat dibedakan (QTau)	Lereng gunung dengan batu yang tidak dapat dibedakan
Bentuk tanah tambahan	Patahan dan lineament/raut permukaan	Patahan aktif dan bentuk tanah yang mencurigakan
	Patahan lereng	Patahan lereng lama



Gambar 2.2.2 Peta Geomorfologi Kabupaten Padang Pariaman

## 2.2.2 Geologi Kabupaten Padang Pariaman

Stratigrafi daerah ini merupakan sebuah unit dari waktu saat ini hingga *Permian Paleozoic*.

Tabel 2.2.2 menunjukkan geologi Kabupaten Padang Pariaman.

**Tabel 2.2.2 Geologi Kabupaten Padang Pariaman**

Umur <i>Geologi/Tanah</i>	Bentuk Tanah	Tipe Batu dan Stratigrafi
<i>Quaternary/Per Empat</i>	Endapan <i>Alluvial</i>	Endapan <i>Eolian</i>
		Endapan <i>Fluvial/Sungai</i>
		Endapan <i>Marina/Laut</i>
		Endapan aliran reruntuhan
	Produk-produk vulkanik	Debu vulkanik
		Endapan reruntuhan yang besar dari Gunung berapi Tandikat
		Produk-produk vulkanik dari Gunung berapi Tandikat
		Batu <i>pyroclastic</i> dan endapan aliran <i>pyroclastic</i> dari Gunung berapi Maninjau lama
Batu vulkanik	<i>Lithic tuff</i>	
	Andesit	
<i>Tertiary/Per Tiga</i>	Batuan beku gunung berapi	Batu granit Miocene
<i>Paleozoic</i>	Batuan beku gunung berapi	Kwarsit Permian

### - Endapan *Alluvial*

Terdapat banyak endapan *alluvial* yang dapat dibagi menjadi endapan *fluvial* dan endapan laut. Lembah sungai Batang Anai terdiri dari endapan *fluvial* yang tersebar luas dari bagian timur hingga selatan Kabupaten Padang Pariaman. Dengan gunung-gunung pada daratan, sedimen utamanya adalah pecahan-pecahan yang kasar, sementara sekitar area muara sedimen utamanya adalah sedimen berpasir. Lapisan-lapisannya merupakan helaian yang berlapis-lapis dari tanah liat dan kerikil. Sedimen utama dari endapan *fluvial* pada bagian barat laut Kabupaten merupakan pasir *pumiceous*.

Endapan marina/laut ditemukan pada garis yang panjang dan sempit di sepanjang pinggir laut. Gundukan pasir, perabungan pantai dan bukit pasir membentuk kumpulan butiran-butiran yang saling melengket pada kedalaman lebih dari 5 meter. Kumpulan dermaga dataran rendah membentuk sedimen yang berawa dan *argilliferous*.

### - Produk-produk *Quaternary* Vulkanik

Terdapat produk-produk vulkanik yang bermacam-macam mulai dari saat ini hingga awal *Quaternary*. Produk-produk vulkanik yang baru adalah lahar dan produk-produk *pyroclastic* dari gunung berapi Tandikat, dan produk-produk dari gunung berapi Maninjau lama yang sebagian

besar terdiri dari endapan *pyroclastic* dalam jumlah yang besar yang tercipta dari ledakan yang sangat besar 52.000 tahun yang lalu yang membentuk Kaldera Maninjau. Sebagian besar daerah Kabupaten Padang Pariaman merupakan pasir *pumiceous* meskipun Kaldera Maninjau merupakan endapan aliran *pyroclastic*. Endapan aliran *pyroclastic* yang muncul pada tebing dataran tinggi paling tidak setebal 30 meter.

Ditemukan pada bagian tenggara pegunungan merupakan blok-blok Lithic tuff (QTt) yang sedikit tua.

- Batuan beku gunung berapi *Tertiary* dan Batuan *Paleozoic*

Bagian timur Kabupaten Padang Pariaman terdiri dari batuan beku gunung berapi *Tertiary* dan batuan *Paleozoic*. Batuan beku gunung berapi *Tertiary*, granit dan diorit batu baiduri, ditemukan pada kelompok-kelompok yang besar. Permian *Paleozoic* sedikit berubah bentuk menjadi batu tulis hijau, dan patahannya vertikal.

Granit *Miocene* terdapat pada bagian leher, dan secara topografi menciptakan bubungan/perabungan dibanyak daerah. Bagian utara dan timur yang diselimuti oleh produk-produk vulkanik dan tertimbun dibawah produk-produk gunung berapi baru merupakan batuan beku gunung berapi *Tertiary* dan Batuan *Paleozoic*.

### 2.2.3 Klasifikasi tipe tanah dan analisa perluasan

Hanya sebagian kecil dari material yang bisa digabungkan pada waktu ini, dan lahannya terbatas untuk Kabupaten bagian selatan, jadi ini tidak cocok untuk dikembangkan diseluruh Kabupaten. Oleh karena itu, geologi dan kondisi tanah diukur berdasarkan peta geomorfologi..

Sebuah rekomendasi bisa ditemukan di kantor dewan kementrian, Jepang (2005) “ Cara manual pembuatan peta penanggulangan bencana gempa” untuk pembuatan peta potensi guncangan berdasarkan metode empiris. Dalam materi ini , saran-saran untuk metode pembuatan perkiraan sederhana terhadap potensi guncangan berdasarkan peta geomorfi diberikan jika informasi tanah tidak tersedia atau tidak cukup. Dengan kurangnya materi dalam contoh ini, perluasan rasio antara bawah permukaan tanah dengan permukaan tanah diketahui dengan menggunakan metode empiris di kantor dewan kementrian, Jepang (2005).

Sebelum mencari rasio perluasan, tipe bentuk lahan dikelompokkan untuk disesuaikan dengan klasifikasi pada “cara manual pembuatan peta penanggulangan bencana gempa”, sehingga Peta Kondisi Tanah tercipta. Hubungan antara tipe bentuk lahan dengan tipe kondisi tanah ditunjukkan pada Tabel 2.2.3.

Hubungan antara tipe bentuk lahan dan AVS30 pada “ cara manual pembuatan peta penanggulangan bencana gempa” ditunjukkan sebagai berikut:

$$\text{Log AVS30} = a + b\text{LogH} + c\text{LogD} \pm \sigma$$

Disini, AVS30 melambangkan perkiraan rata-rata kecepatan gelombang-S pada 30m dibawah permukaan material, H melambangkan ketinggian (m), D melambangkan jarak dari sungai utama (km), a (bentuk lahan kecil), b (ketinggian) dan c (jarak dari sungai utama) melambangkan bilangan pokok dari setiap tipe bentuk lahan kecil,  $\sigma$  melambangkan standar deviasi.

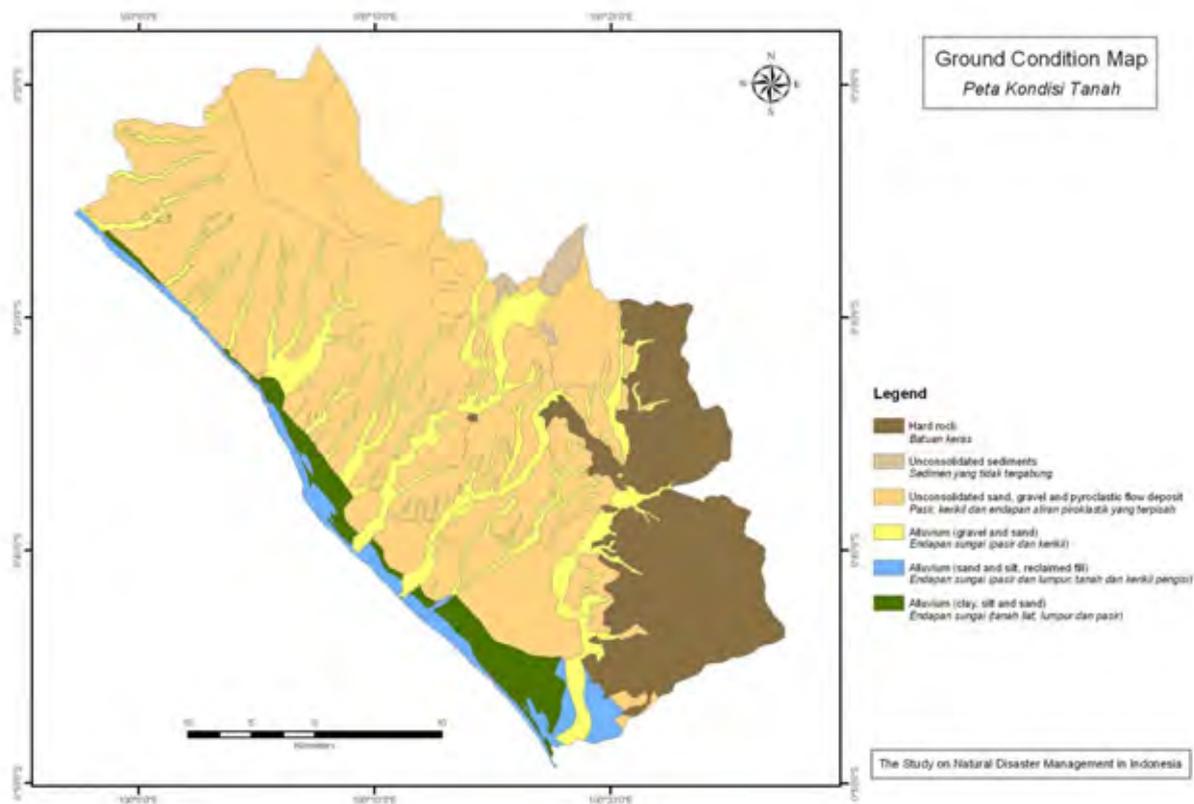
Pertimbangan untuk ketinggian dan jarak dari sungai utama diabaikan pada penelitian ini. Topografi yang muncul termasuk pada enam kelompok berikut. Lambang hubungan antara AVS30 dan perluasan G adalah sebagai berikut:

$$\text{Log G} = 1.83 - 0.66\text{LogAVS30} \pm 0.16$$

Disini, AVS30 melambangkan perkiraan rata-rata kecepatan dari gelombang-S di 30m dari bawah permukaan material, dimana  $100\text{m/s} < \text{AVS30} < 1500\text{m/s}$ , G melambangkan rasio perluasan antara dasar dari 600m/s kecepatan gelombang maksimum and permukaan tanah.

**Tabel 2.2.3 Index pedoman tipe betuk lahan, tipe kondisi tanah dan potensi goncangan**

Tipe kondisi tanah	Tipe bentuk lahan	a	b	c	Log G	G (rasio perluasan)
1 Batuan keras	<i>Paleozoic</i> , <i>Mesozoic</i> dan batuan gunung <i>Paleogene</i>	2.75	0	0	0.015	1.035
2 Endapan terurai	Kemiringan gunung berapi	2.35	0	0	0.279	1.901
3 Pasir terurai, kerikil dan lapisan terurai <i>pyroclastic</i>	Dataran tinggi kerikil dan perbukitan	2.34	0	0	0.286	1.930
4 Kikisan/alluvium (kerikil dan pasir)	Kipasan tanah endapan/aluvial dan lembah datar	2.39	0	0	0.253	1.789
5 Alluvium (pasir dan endapan lumpur, penimbunan kembali)	Bongkahan pasir dan bukit pasir	2.19	0	0	0.385	2.424
6 Alluvium (tanah liat, endapan lumpur dan pasir)	Dataran Pesisir pantai dan kubangan rawa	2.10	0	0	0.444	2.780



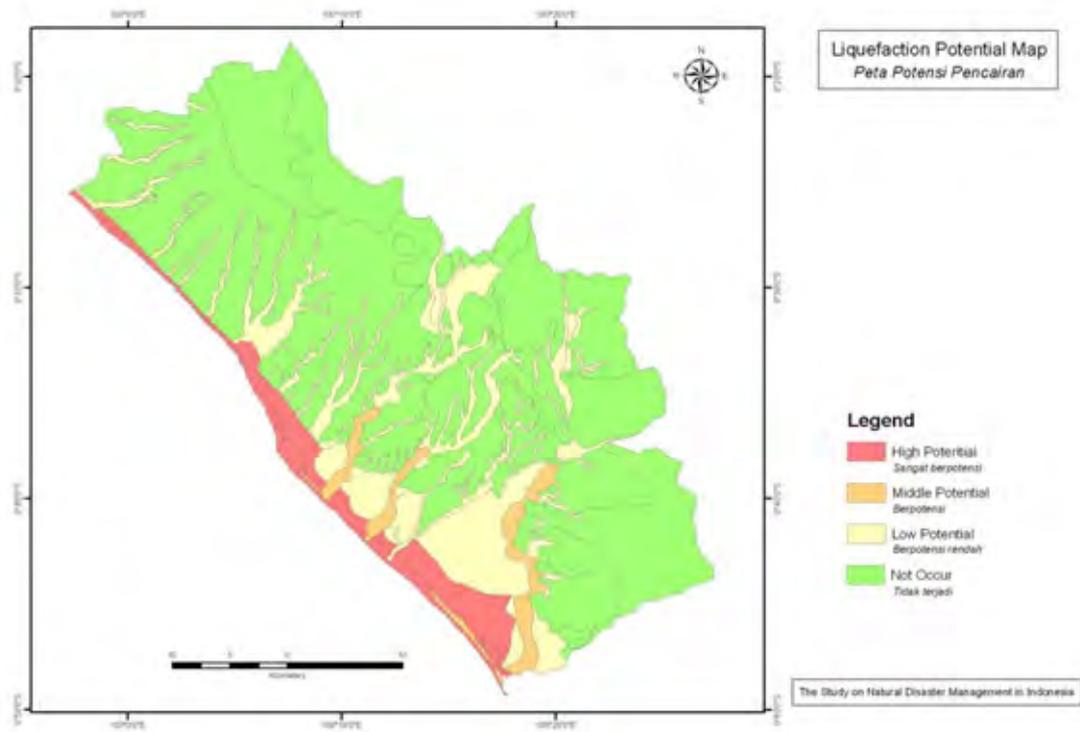
**Gambar 2.2.3 Peta Kondisi Tanah**

Berkenaan dengan tipe bentuk tanah dan potensi kelarutan, untuk mendapatkan evaluasi potensi kelarutan, hasil dari geologi dibawah permukaan tanah dan observasi tingkat air yang baik dicocokkan dengan pedoman zona kelarutan diterbitkan oleh Badan Pertanahan Nasional, Jepang (1999)

Hubungan antara tipe bentuk tanah, geologi dibawah permukaan tanah, kondisi tanah, tingkat air yang baik dan potensi kelarutan ditunjukkan pada Tabel 2.2.4. .Peta Potensi Kelarutan juga ditunjukkan pada Gambar 2.2.4.

**Tabel 2.2.4 Tipe bentuk lahan, keadaan geologi bawah permukaan, kondisi tanah, tingkat air yang baik dan potensi kelarutan**

Kelompok bentuk lahan	Tipe bentuk lahan	Keadaan geologi bawah permukaan	Tipe kondisi tanah	Tingkat air	Potensi kelarutan
Lahan rendah	Lahan buatan	Pasir dan batu kerikil	5	-1m~-3m	Tinggi
	Gundukan pasir, perabungan pantai dan bukit pasir.	Pasir	5	-1.5m~-3m	Tinggi
	Dataran pantai	Pasir dan batu kerikil	6	-0.5m~-2m	Tinggi
	Sabuk meander	Pasir dan batu kerikil	4	-1m~-2m	Sedang
	Kipas <i>Alluvial</i>	Batu kerikil	4	-2m~-4m	Rendah
	Dataran Lembah	Batu kerikil	4	-1m~-3m	Rendah
	Dataran Tergenang	Pasir dan kerikil	5	-1m~-2m	Rendah
Kubangan rawa		Tanah liat dan pasir	6	0m~-0.5m	Sedang
Undakan	Undakan sungai	Kerikil dan pasir	3	-1m~-2m	Rendah
Gunung berapi	Gunung berapi tandikat	Abu vulkanik, batuan <i>pyroclastic</i> dan lahar	2	-	Tidak terjadi
	Pegunungan ketinggian rendah	Endapan aliran <i>pyroclastic</i> dan debu vulkanik	3	-	Tidak terjadi
	Dataran tinggi alur <i>pyroclastic</i>	Endapan aliran <i>pyroclastic</i> dan debu vulkanik	3	-	Tidak terjadi
	Gunung Berapi Maninjau Lama	Debu vulkanik, batu <i>pyroclastic</i> dan lahar	3		Tidak terjadi
Gunung	Lereng	Batu kerikil	3	-	Tidak terjadi
	<i>Lithic tuff</i> (QTt)	Batu dan material terjemur	1	-	Tidak terjadi
	<i>Andesite</i> (Qtp)	Batu dan material terjemur	1	-	Tidak terjadi
	Granit miocene (Tmgr)	Batu dan material terjemur	1	-	Tidak terjadi
	Kwarsit tergolong kepada Permian (Pq)	Batu dan material terjemur	1	-	Tidak terjadi
	Batu yang tidak dapat dibedakan (QTau)	Batu dan material terjemur	1	-	Tidak terjadi



Gambar 2.2.4 Peta Potensi Kelarutan

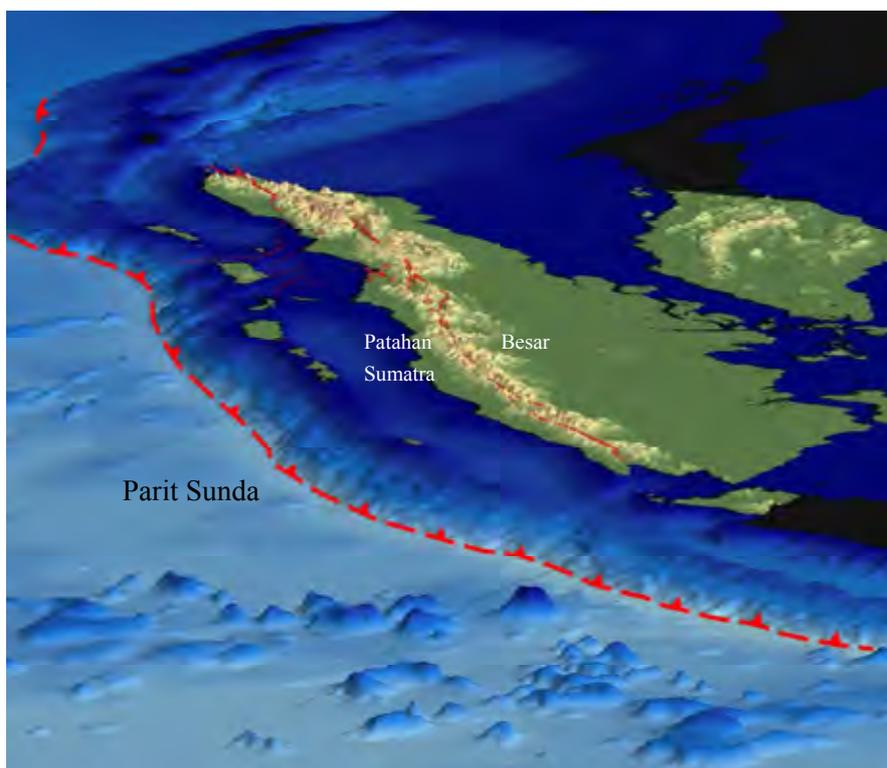
## 2.2.4 Penelitian sasaran gempa

Di Kabupaten Padang Pariamana, catatan mengenai gempa menunjukkan dua tipe klasifikasi

1. Gempa-gempa besar yang terjadi disepanjang Parit Sunda bagian Barat Pulau Sumatera
2. Gempa-gempa disepanjang Patahan Besar Sumatera

Gempa besar disepanjang Parit Sunda bagian barat Pulau Sumatera termasuk Mw9.1 gempa Andaman pada 26 desember 2004 dan 8,4 Mw gempa Bengkulu pada 12 September 2007, dan di Kabupaten Padang Pariaman diperkirakan gempa yang sama akan muncul di bagian barat Pulau Siberut dan Sipura.

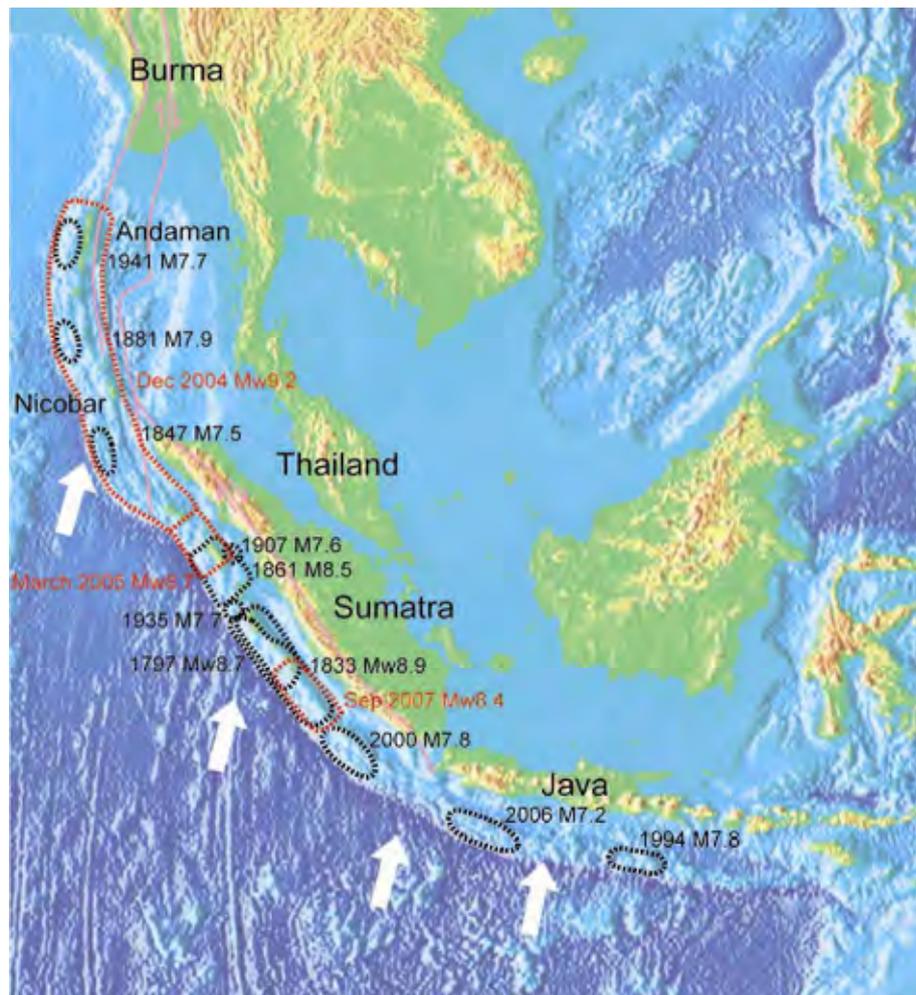
Gempa yang baru saja terjadi disepanjang Patahan Besar Sumatera, yang memotong disepanjang Sumatera, yang merupakan rangkaian dari gempa 6 Maret 2007 dengan kekuatan 6,4 Mw dan 6,3 Mw di sekitar Danau Singkarak, yang terjadi di bagian timur Kabupaten Padang Pariaman.



**Gambar 2.2.5** Situasi tektonik utama disekitar Pulau Sumatera

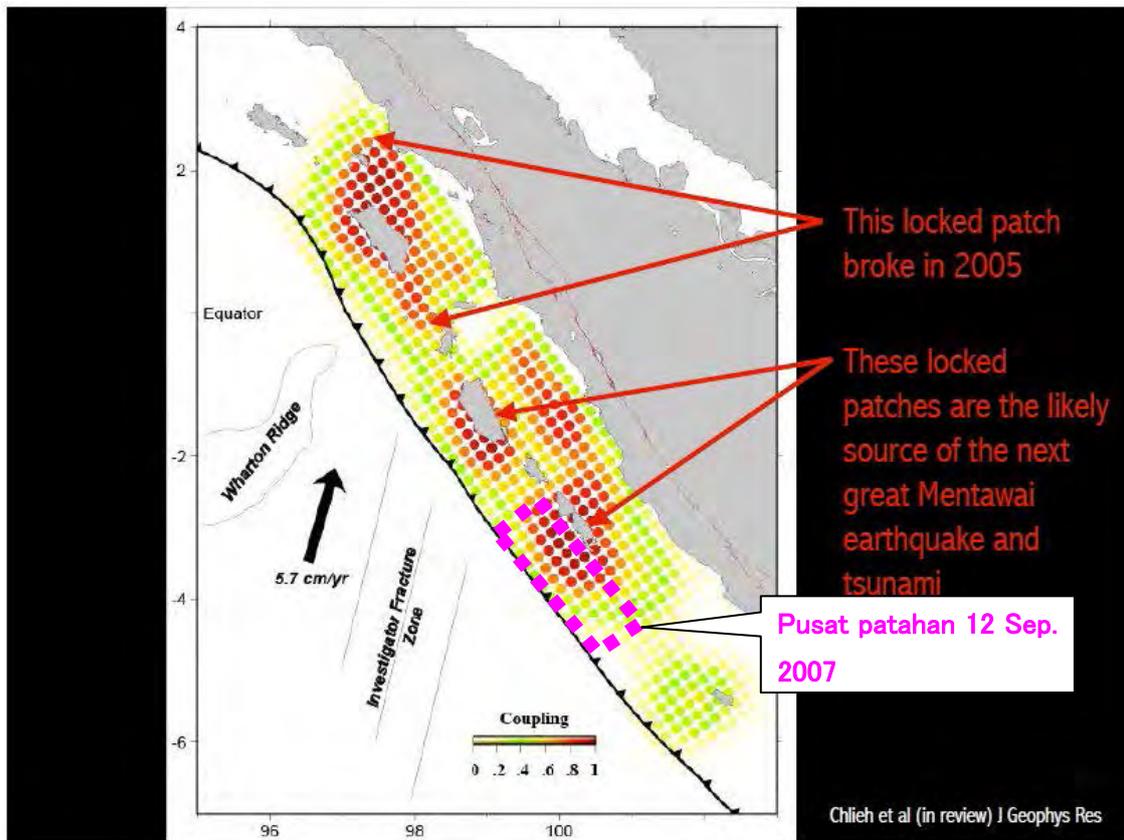
Catatan gempa-gempa yang terjadi disepanjang Parit Sunda di bagian barat pantai Sumatera telah diteliti dengan hati-hati oleh K. R. Newcom dan W. R. Maccan (1987). Analisa gempa selama lebih dari 300 tahun, antara 1661 dan awal 1980an, menunjukkan dua gempa terbesar: gempa dengan kekuatan 8,75 Mw tahun 1833 dan 8,25 – 8,5 Mw di tahun 1861. Hal ini mengindikasikan

potensi yang tinggi untuk terjadinya gempa patahan baru di bawah laut dekat Sumatra. Setelah gempa Desember 2004, terdapat perkembangan penelitian yang sangat pesat, yang kebanyakan merupakan prediksi dari rangkaian gempa-gempa di bawah laut dekat Sumatra. Berikutnya, pada Maret 2005, sebuah gempa dengan kekuatan 8,7 Mw yang berpusat di dekat Pulau Nias, dan gempa 8,4 Mw di Bengkulu pada 12 September 2007, yang menutup lapisan lembah seismic Kabupaten Padang Pariaman yang jauh dari tepi pantai.



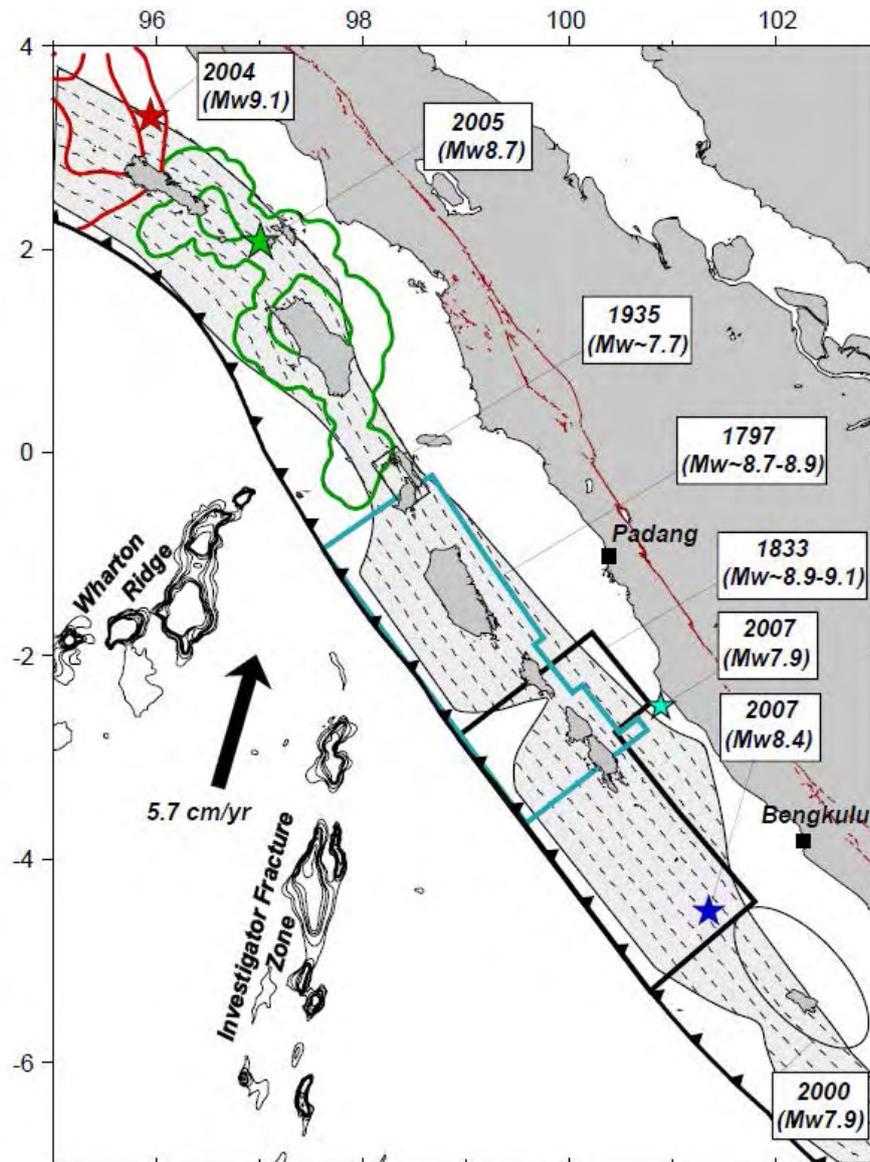
**Gambar 2.2.6 Latar Belakang Tektonik dan Zona Retakan Gempa Bumi Sebelumnya di Lengkungan Andaman-Sunda (Panah putih menandakan arah gerakan lempengan Samudera Hindia-Australia)**

Dengan adanya lembah seismic di Kabupaten Padang Pariaman yang jauh dari pantai, terdapat area-area yang tidak mempunyai gempa yang luar biasa sejak tahun 1797 dan 1833. Tambalan yang terkunci di lokasi yang jauh dari patah di Kabupaten Padang Pariaman ditunjukkan dalam



**Gambar 2.2.7** Tambalan terkunci di daratan Kabupaten Padang Pariaman (Sieh, 2007)

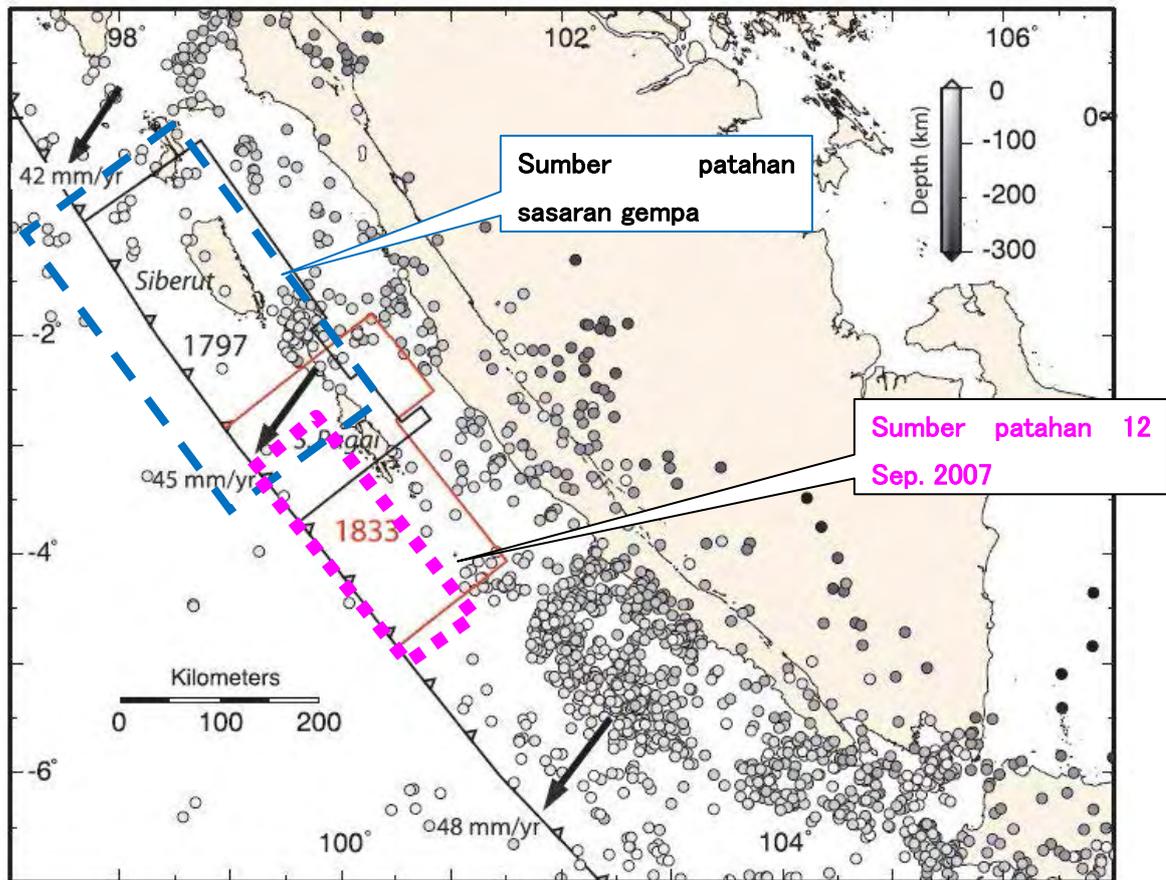
*Model* patahan pada tahun 1797 dan 1833, berdasarkan kepada data gabungan *dipatas/dipbawah* oleh Natawidjaja (2006), didasarkan kepada pertumbuhan per tahun sabuk *microatoll*, sejenis karang laut (Gambar 2.2.8)



**Gambar 2.2.8** Perbandingan antar sambungan *seismic* disepanjang *mega thrust*/dorongan yang sangat besar dengan area keretakan pada gempa besar 1797, 1833, 2005 dan 2007

Pada penelitian ini, diperkirakan bahwa gempa akan menghancurkan lapisan pada patahan yang termasuk pada pusat patahan gempa 12 September 2007, yang merupakan yang terluas yang pernah terjadi di daerah ini sejak tahun 1797 dan 1833.

Parameter patahan ini digambarkan pada Tabel 2.2.5. Kemungkinan patahan lereng, kedalaman dan hal lainnya berdasarkan kepada gabungan data Natawidjaja (2006).



Gambar 2.2.9 Perkiraan *model* patahan gempa 1797, 1833, dan 2007 dan perkiraan gempa (revisi gambar dari Natawidjaja, 2006)

Tabel 2.2.5 Parameter Patahan: Gempa antar patahan (daratan Kabupaten Padang Pariaman)

Mw	Lat. (degree)	Lon. (degree)	Kedalaman (km)	Panjang (km)	Lebar (km)	Benturan (deg)	Kemiringan (degree)
8.4	-3.6	99.5	0	360	190	324	15