

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN UNGGULAN KOMPETITIF
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**PENENTUAN KAWASAN RAWAN GEMPABUMI
UNTUK MITIGASI BENCANA GEOLOGI DI WILAYAH SUMATERA
BAGIAN SELATAN**

**Dr. Eng. Azhar Kholiq Affandi, M.S
Idarwati, ST, MT
Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti, MSc**



DIBIYAI OLEH :

Dibiayai dari Anggaran SP DIPA
Universitas Sriwijaya No 042.04.2.400089/2015 tanggal 15 April tahun 2015
Sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian
Unggulan Kompetitif Universitas Sriwijaya
Nomor : 215/UN9.3.1/LT/2015
Tanggal : 17 April 2015

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MIPA
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
DESEMBER
2015**

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian :
Penentuan Kawasan Rawan Gempa Bumi Untuk Mitigasi Bencana Geologi di Wilayah Sumatera Bagian Selatan
2. Bidang Unggulan : Lingkungan
3. Ketua Peneliti:
 - a. Nama lengkap : Dr. Eng. Azhar Kholiq Affandi, M.S
 - b. NIP : 196109151989031003
 - c. NIDN : 0015096101
 - d. Pangkat/Gol : Pembina I / IV-b
 - e. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
 - f. Jabatan Struktural : -
 - g. Fakultas/Program Studi : MIPA Fisika
 - h. Alamat Institusi : Jl. Raya Palembang – Prabumulih Km 32, Ogan Ilir 30662,
 - i. Telpon/Faks/Email :
4. Lama Penelitian Keseluruhan : 2 tahun
5. Biaya Penelitian Tahun Berjalan :
 - a. Diusulkan ke Unsri : Rp. 50.000.000 (Lima puluh juta rupiah)
 - b. Dana dari instansi lain : -

Mengetahui
Dekan Fakultas MIPA
Universitas Sriwijaya

Drs. Muhammad Irfan, MT
NIP. 19640913 199003 1 003

Indralaya, 7 Desember 2015

Ketua Peneliti,

Dr. Eng. Azhar Kholiq Affandi, M.S
NIP. 19610915 198903 1 003

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Sriwijaya

Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Said, MSc
NIP. 19610812 198703 1 003

I. Identitas Penelitian

- 1 Judul Usulan : Penentuan Kawasan Rawan Gempabumi Untuk Mitigasi Bencana Geologi di Wilayah Sumatera Bagian Selatan
- 2 Ketua Peneliti
 - a) Nama Lengkap : Dr. Eng. Azhar Kholiq, MS
 - b) Bidang keahlian : Geofisika
- 3 Anggota Peneliti : 2 orang

No	Nama & Gelar	Bidang Keahlian	Institusi	Alokasi Waktu (jam/minggu)
a	Idawati, ST, MT	Perpetaan, GIS	Fak. Teknik UNSRI	8 jam
b	Dr. Ir. Endang Wiwik DH, MSc	Tektonik/Geologi	Fak. Teknik UNSRI	4 jam

- 4 Isu Strategis : Mitigasi Bencana Geologi
- 5 Topik Penelitian : Kebencanaan
- 6 Objek penelitian : Seismisitas, tingkat kerawanan gempabumi
- 7 Lokasi Penelitian : Sumatera Bagian Selatan
8. Hasil yang ditargetkan
Hasil utama yang ditargetkan adalah (1) publikasi ilmiah pada jurnal internasional/ nasional terakreditasi; (2) peta tipologi kawasan rawan gempabumi. Hasil penelitian ini juga akan dikemas sebagai salah satu bagian dari buku ajar dalam matakuliah Mitigasi bencana alam.
9. Institusi lain yang terlibat : Tidak ada
10. Keterangan yang dianggap perlu :

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI	iv
ABSTRAK	vi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latarbelakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Keutamaan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Gempabumi	4
2.2. Proses terbentuknya jalur gempabumi di Sumatra	4
2.3. Proses gempabumi di bawah laut perairan barat Sumatra	8
2.4. Proses gempabumi di daratan Sumatra.....	12
2.5. Penentuan tipologi kawasan rawan gempa bumi.....	13
2.6. Penentuan tingkat risiko kawasan rawan gempa bumi	15
BAB III PETA JALAN PENELITIAN	
3.1. Peta jalan penelitian.....	21
BAB IV METODE PENELITIAN	
4.1. Tahap Pengambilan Data dan Analisis Data	22
4.2. Kelengkapan dan Peralatan Penelitian Lapangan.....	26

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Pengamatan Lapangan.....	27
5.1.1 Pengamatan Bengkulu sampai Padang (<i>Fore Arc Basin</i>).....	27
5.1.2 Pengamatan Muara Dua (<i>Magmatic Arc</i>).....	27
5.1.3 Pengamatan Lampung	28
5.1.4 Pengamatan Palembang (<i>Back arc basin</i>)	29
5.2. Tektonik Lempeng Sumatera.....	29
5.3. Pola Struktur Sumatera Bagian Selatan.....	31
5.3.1 Fore Arc Basin.....	35
5.3.2 Magmatic Arc	35
5.3.3 Back Arc Basin	36
5.4. Sebaran atau zonasi Gempa pada Sumatera Bagian Selatan	37
5.4.1 Zonasi Gempa tahun 1985 – 1989.....	37
5.4.2 Zonasi Gempa tahun 1990 – 1994.....	38
5.4.3 Zonasi Gempa tahun 1995 – 1999.....	39
5.4.4 Zonasi Gempa tahun 2000 – 2004.....	40
5.4.5 Zonasi Gempa tahun 2005 – 2009.....	41
5.4.6 Zonasi Gempa tahun 2010 – 2014.....	42
5.4.7 Aktifitas Gempa tahun 1985 – 2014.....	43
5.5. Tipologi Gempa Sumatera Bagian Selatan.....	45
5.5.1 Daerah <i>Fore arc basin</i>	45
5.5.2 Daerah <i>Magmatic arc</i>	46
5.5.3 Daerah <i>Back arc Basin</i>	47
KESIMPULAN	49
DAFTAR PUSTAKA	50

ABSTRAK

Wilayah Pesisir pantai barat Sumatera merupakan daerah yang sering terjadi bencana alam khususnya gempabumi. Fenomena alam ini dipicu oleh pergerakan lempeng Indo-Australia dengan kecepatan sekitar 6,5 cm/tahun menyusup ke bawah lempeng Eurasia sehingga terbentuk zona subduksi di barat Sumatera. Pertemuan lempeng tektonik Indo-Australia dan Eurasia (zona subduksi) yang merupakan generator utama aktivitas gempa bumi tinggi. Gerakan yang diakibatkan kedua lempeng tersebut juga menimbulkan terjadinya patahan aktif yang merupakan generator aktivitas seismik di belahan Sumatera.

Gempabumi yang terjadi di Sumatera yang paling banyak terjadi terletak pada episenter di perairan sebelah barat Sumatera. Di Sumatera bagian utara gempabumi dengan skala $6 < M < 6,9$ terjadi di daratan. Sedangkan di Sumatera bagian selatan umumnya berkisara pada magnetude 3 – 4. Gempabumi yang berhubungan aktivitas magmatik dan hidrotermal terjadi terutama di Sumatera Selatan. Gempabumi dengan magnetude 6,5 terjadi di Liwa tahun 1994 dengan korban 196 meninggal dunia dan 1439 cedera akibat gempa tersebut.

Berdasarkan sejarah kegempaan di wilayah Sumatera Bagian Selatan, maka perlu diantisipasi dengan menyiapkan manajemen mitigasi bencana gempabumi. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dilakukan zonasi tentang tipologi daerah rawan gempa bumi berdasarkan Permen PU No 21 tahun 2007.

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pulau Sumatera merupakan bagian dari busur kepulauan Sunda, yang terbentang dari kepulauan Andaman-Nicobar hingga busur Banda (Timor). Busur Sunda merupakan busur kepulauan hasil dari interaksi lempeng samudera (lempeng Indo-Australia bergerak ke utara dengan kecepatan 7 cm pertahun) yang menunjam di bawah lempeng benua (Lempeng Eurasia). Penunjaman lempeng terjadi di selatan busur Sunda berupa palung (*trench*). Disamping itu, penunjaman lempeng juga menghasilkan busur vulkanik dan non-vulkanik. Busur vulkanik terdiri dari rangkaian gunung berapi yang menjadi tulang punggung pulau-pulau busur Sunda, sedangkan busur nonvulkanik merupakan rangkaian pulau-pulau yang terletak di sisi samudera busur vulkaniknya. Pada zona kovergensi ini terdapat aktivitas tektonik dan vulkanisme akibat penunjaman lempeng, dimana kedalaman zona Benioff di bawah Sumatera mencapai kedalaman sekitar 100 - 170 km.

Gempabumi besar di Sumatera Bagian Selatan dengan magnetude 6,5 terjadi di Liwa pada tanggal 16 Februari 1994. Gempa susulan terjadi hingga tanggal 18 Februari dengan magnetude 2,5 – 3,5. Hiposenter gempa Liwa berada pada Zona Sesar Sumatera. Gempa tersebut merusak infrastruktur dan merubah kondisi morfologi daerah Liwa dan sekitarnya. Jumlah korban meninggal dunia sebanyak 196 orang dan 1439 orang cedera akibat gempa tersebut.

Gempa dangkal dengan kedalaman kurang dari 100 km di daerah Sumatera Selatan banyak terjadi di bagian barat Pulau Sumatera, kawasan lepas pantai selat sunda dan jalur sesar Sumatera, berhubungan dengan dekatnya zona tumbukan lempeng.

Aktivitas tektonik yang terjadi di wilayah Sumatera diakibatkan oleh tumbukan lempeng antara lempeng samudra India-Australia dari sebelah barat yang menunjam ke bawah Pulau Sumatera sebagai bagian dari lempeng Eurasia di sebelah timurnya. Akibat adanya tumbukan lempeng di Sumatera maka terbentuk rentetan gunungapi, sesar Sumatera dan kegempaan yang aktif sepanjang Pulau Sumatera.

Gempa besar yang terjadi di Sumatera terutama berasosiasi dengan zona penunjaman dan zona sesar Sumatera. Secara umum gempabumi yang terjadi di Sumatera dikelompokkan menjadi tiga, yaitu gempa yang berasosiasi dengan tumbukan lempeng, pergerakan sesar

Sumatera dan aktivitas magmatik atau hidrotermal. Gempabumi yang berhubungan dengan aktivitas magmatik atau hidrotermal, terutama di Sumatera Selatan.

Sehubungan dengan gempa di darat dan di laut, diperlukan informasi awal berupa peta dengan kondisi kegempaan. Berdasarkan kondisi kegempaan regional, maka dibuat peta kegempaan. Selain informasi kegempaan, dibutuhkan pula identifikasi yang lebih mendalam disertai dengan mitigasi bencana gempabumi. Disamping itu perlu diinventarisir dampak gempa dan wilayah rawan gempa. Hal ini dilakukan agar mitigasi bisa dilakukan secara terarah dan terencana. Hasil yang diharapkan adalah peta zonasi daerah rawan gempa di wilayah Sumatera bagian Selatan.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan peta tipologi kawasan rawan gempabumi guna mitigasi bahaya geologi. Untuk mencapai tujuan penelitian tersebut, maka sasaran penelitian ini antara lain :

- a. Mengidentifikasi/mengkaji seismisitas kegempaan.
- b. Mengidentifikasi pola struktur geologi sebagai salah satu penyebab gempabumi.
- c. Membuat peta zonasi kawasan rawan gempabumi.

1.3. Keutamaan Penelitian

Wilayah Sumatera Selatan merupakan daerah dengan tingkat kejadian gempabumi yang sangat tinggi khususnya di bagian wilayah barat Sumatera. Umumnya gempabumi yang merusak apabila magnitudenya lebih besar dari 5,6 skala Richter dengan kedalaman kurang dari 30 km. Di darat, gempa dapat merusak infrastruktur dan menimbulkan korban nyawa manusia. Untuk mengurangi dampak dari bencana gempabumi, diperlukan identifikasi dan mitigasi gempabumi. Penelitian ini menghasilkan peta tipologi zona kawasan rawan gempabumi, sehingga dapat ditentukan manajemen mitigasi bencananya.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Untuk upaya mengurangi dampak bencana yaitu dengan melakukan kegiatan Mitigasi Bencana sebagaimana tertuang dalam UU No 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana untuk menghadapi kemungkinan bencana yang akan datang.

2. Mengetahui karakteristik setiap wilayah tentang tingkat kerawannya terhadap bencana khususnya gempa bumi. Hal ini merupakan salah satu bentuk mitigasi untuk meminimalisasi dampak korban, sebagaimana tercantum dalam UU No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan ruang.
3. Dapat mendukung perencanaan pengembangan wilayah dan tata ruang Sumatera Bagian Selatan.
4. Sebagai data untuk sosialisasi bencana gempa bumi kepada masyarakat.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gempabumi

Gempa bumi merupakan gejala fisik yang ditandai dengan bergetarnya bumi dengan berbagai intensitas. Getaran-getaran tersebut terjadi karena terlepasnya energi secara tiba-tiba. Gempa bumi tektonik disebabkan oleh bergeraknya kerak bumi. Ketika lempeng tektonik saling membentur dan didorong ke arah selubung, maka tekanan besar terjadi dalam kerak. Jika tekanan dalam batuan terlalu besar, batuan akan retak membentuk patahan (Maynard, 1984). Suatu pergeseran dalam bidang retakan/patahan beberapa sentimeter saja dapat melibatkan jutaan ton batuan dan menyebabkan gelombang-gelombang berenergi dahsyat akan muncul ke permukaan, memecah dan mengangkat tanah. Salah satu kegiatan alam yang bersifat merusak adalah proses pergerakan lapisan kulit bumi secara tiba-tiba akibat terlepasnya suatu akumulasi energi. Gempa tektonik terjadi karena adanya pelepasan energi yang telah lama tertimbun tersebut. Gempa tektonik biasanya jauh lebih kuat getarannya dibandingkan dengan gempa vulkanik, maka getaran gempa yang merusak bangunan kebanyakan disebabkan oleh gempa tektonik.

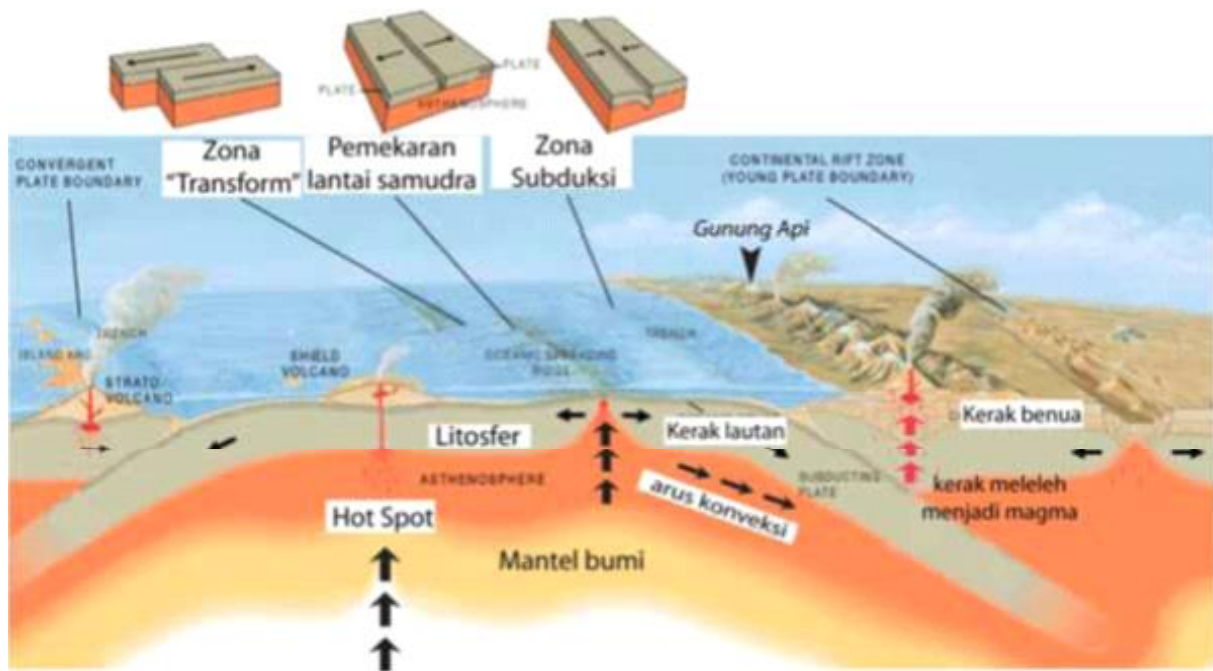
Semakin besar energi yang dilepas makin kuat gempa yang terjadi. Lapisan kulit bumi dengan ketebalan 100 km mempunyai temperatur yang relatif jauh lebih rendah daripada lapisan di bawahnya (mantel dan inti bumi), sehingga terjadi aliran konveksi dimana massa dengan temperatur lebih tinggi mengalir ke temperatur rendah atau sebaliknya. Teori aliran konveksi ini terus berkembang untuk menerangkan proses pergeseran lempeng lempeng sebagai penyebab utama gempa tektonik (Fauzi, 2006).

2.2. Proses terbentuknya jalur gempabumi di Sumatra

Bumi kita ini berlapis-lapis. Keberadaan lapisan-lapisan ini berkaitan erat dengan perubahan temperature dan tekanan yang semakin tinggi ke arah pusat bumi. Lapisan bumi dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian utama. Pertama, lapisan paling luar disebut lapisan batuan (litosfer) atau kulit bumi yang padat, tebalnya sampai 100 km-an. Lapisan luar ini biasa disebut sebagai lempeng bumi yang selalu bergerakgerak. Kedua, disebelah dalamnya adalah mantel bumi yang tebalnya sampai ribuan kilometer. Bagian luar dari mantel ini bisa bersifat cair, sehingga lapisan batuan bumi seperti mengapung di atasnya. Ketiga, di sekitar pusat bumi adalah intibumi yang luar biasa panasnya, terdiri dari lelehan besi dan timah. Yang erat

kaitannya dengan proses gempa bumi adalah lapisan yang paling luar, yaitu litosfer tersebut. Gempabumi besar umumnya terjadi pada bagian paling atas dari kerak bumi, disebut kerak bumi (=earth crust) yang tebalnya hanya 10 – 40km. Di bagian ini suhu bumi umumnya tidak melebihi 300 - 400° C. Ini adalah persyaratan utama untuk terjadi proses deformasi elastik yang menimbulkan gempabumi.

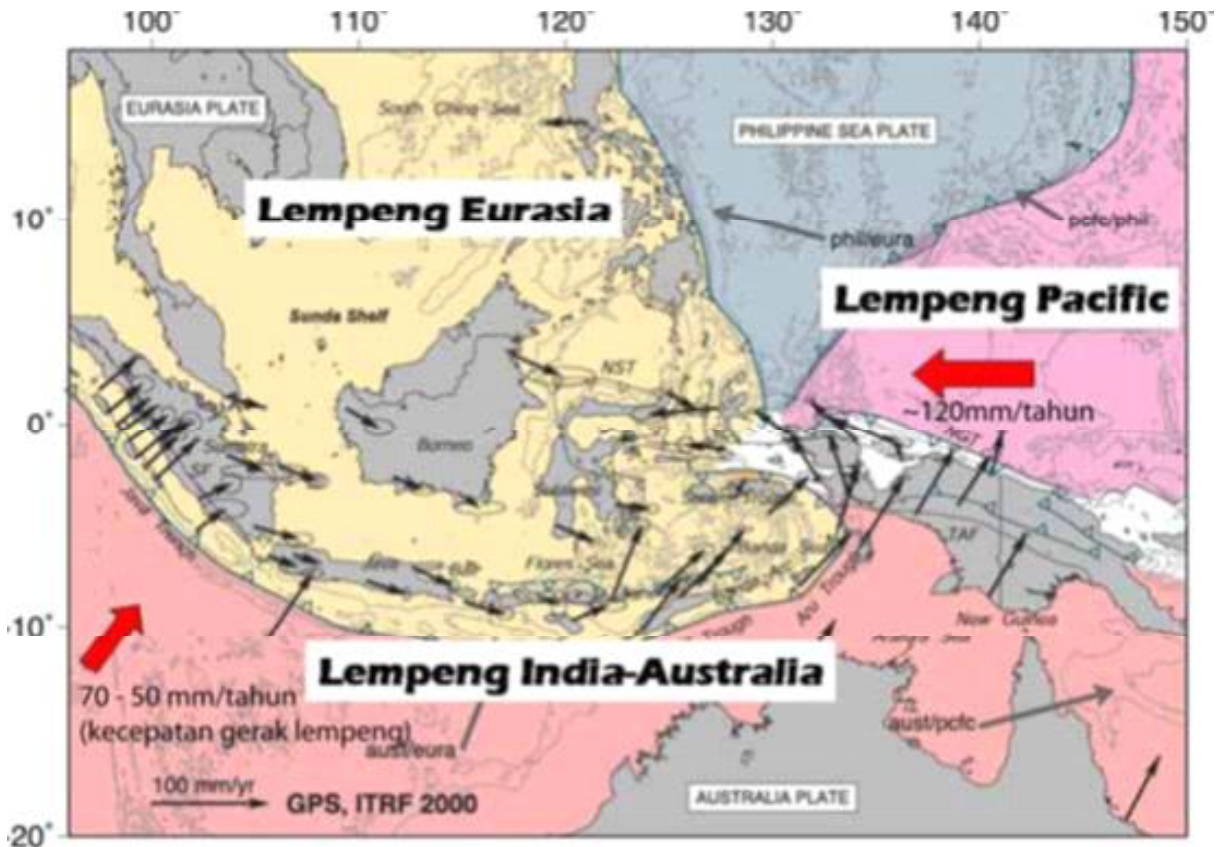
Litosfer “mengapung” diatas mantel bumi yang cair. Kemudian, karena mantel ini dipanaskan oleh intibumi yang super panas maka terjadilah arus konveksi di mantel seperti halnya kalau air dipanaskan di atas tungku api (Gambar 1). Arus yang terjadi dalam mantel bumi menyebabkan kulit bumi di atasnya terseret-seret. Hal ini menyebabkan litosfer terbelah-belah menjadi banyak “lempeng” untuk mengakomodasi gerakan. Selanjutnya, lempeng-lempeng bumi ini bagaikan sampan raksasa yang bergerak saling menjauh, berpapasan, dan bertumbukan. Pergerakan ini hanya beberapa milimeter – centimeter pertahun sehingga pancaindra kita tidak bisa melihat atau merasakan efeknya karena terlalu kecil.



Gambar 2.1. Diagram Struktur bumi mengilustrasikan teori tektonik lempeng. Kerak bumi baru terbentuk di jalur pemekaran lantai samudra. Kerak bumi lama di daur ulang di zona subduksi (penunjaman). Lempeng-lempeng yang bergerak berpapasan satu dengan yang lain pada zona patahan transform.

Fakta bahwa Bumi yang tak pernah diam ini baru dikemukakan pada tahun 1915 oleh seorang ilmuwan yang bernama Alfred Wagener yang berhipotesa bahwa muka bumi ini bergerak perlahan-lahan. Hipotesa Wagener hanya berdasarkan pada fakta bahwa bentuk pantai Afrika Barat sangat mirip dengan pantai Amerika timur, demikian juga flora dan faunanya, sehingga dia berpendapat bahwa dulunya kedua pantai ini bersatu sebelum kemudian terpisahkan akibat pergerakan muka bumi. Hipotesa ini selama ~40 tahun tidak diterima oleh masyarakat ilmiah, sampai akhirnya Dietz (1961) dan Hess (1961) menemukan fakta-fakta ilmiah kuat, berdasarkan data seismik, bahwa ditengah samudra terdapat kemunculan lempeng bumi yang dicirikan oleh jejeran pegunungan tinggi di dasar laut. Kemudian data juga menunjukkan bahwa karena luas muka bumi ini tetap, maka lempeng samudra yang terbentuk sebelumnya harus 'ditunjamkan' kembali ke dasar bumi, yaitu disepanjang tepian lempeng yang dicirikan oleh palung laut dalam (Gambar 1). Jadi terbukti bahwa apa yang dikatakan Wagener ini ternyata benar. Maka sjak itu lahirlah cikal-bakal teori Tektonik Lempeng ("Plate Tectonic Theory") yang menjadi dasar bagi perkembangan ilmu dan teknologi gempabumi modern.

Salah satu palung laut dalam yang menjadi tempat penunjaman lempeng Samudra ke dalam bumi adalah disepanjang tepian benua di barat Sumatra yang menerus sampai ke Selatan Jawa, Bali, dan Lombok. Gempabumi 26 Desember 2004 di Aceh-Andaman adalah termasuk gempabumi pada jalur penunjaman lempeng.

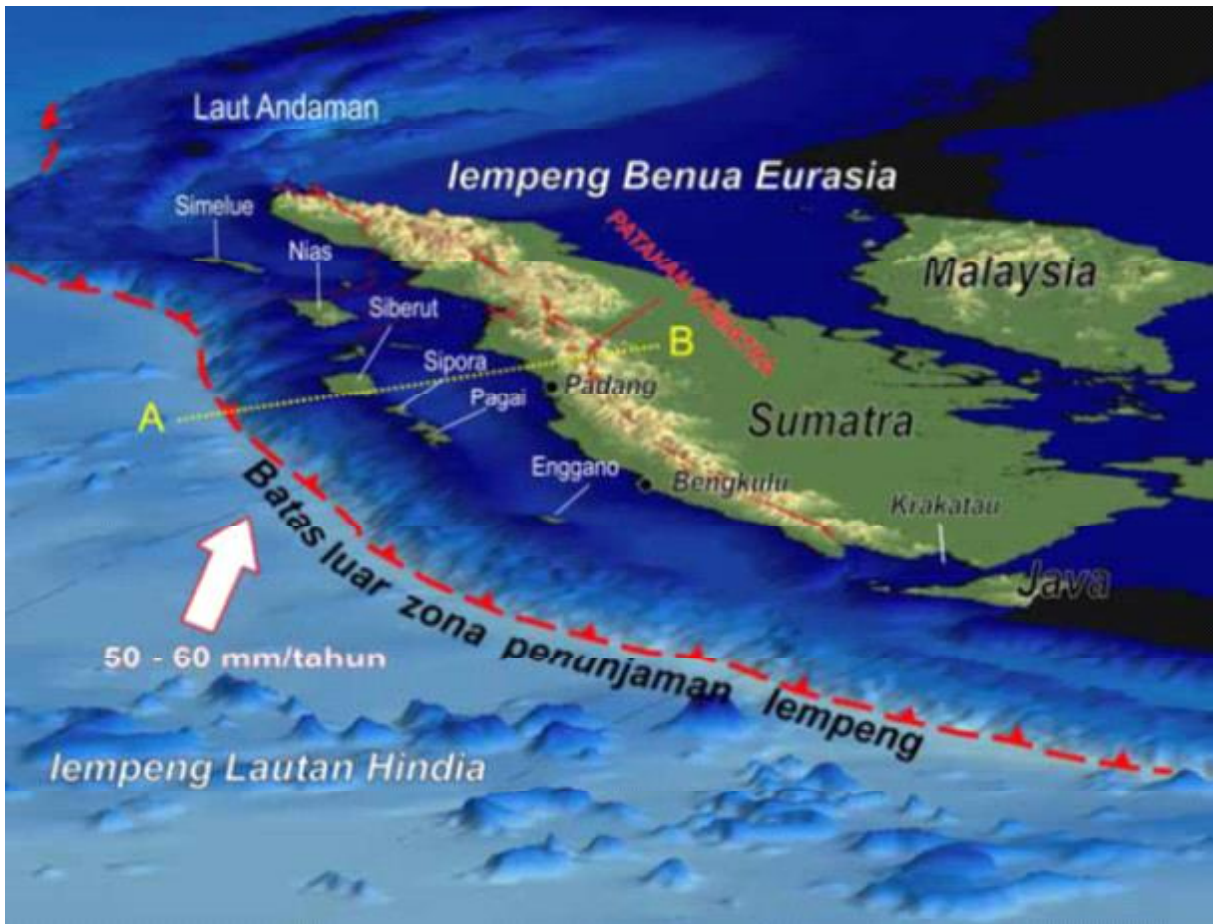


Gambar 2.2. Dinamika umum tektonik Indonesia diperlihatkan oleh respon Kep. Indonesia terhadap pergerakan relatif tiga lempeng bumi dari data GPS (Global Positioning System) Panah besar merah adalah kecepatan gerak dari lempeng.

Indonesia letaknya diantara pertemuan 4 lempeng bumi besar, yaitu: Lempeng Hindia dan Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pacific (Gambar. 2). Lempeng Hindia-Australia bergerak ke Utara menumbuk Lempeng Eurasia dengan kecepatan 50 – 70 mm/tahun. Zona tumbukan dua lempeng ini adalah di sepanjang Palung laut Sumatra – Jawa – Bali – Lombok. Lempeng (benua) Australia menabrak busur kepulauan di sepanjang tepi kontinen dari tepian selatan Timor Timur terus ke timur dan melingkar berlawanan arah jarum jam di Lautan Banda. Lempeng Pasific bergerak dengan kecepatan ~120 mm/tahun kearah barat-baratdaya menabrak tepian utara dari Pulau Papua New Guinea - Irian Jaya, dan terus ke arah barat sampai ke daerah tepian timur Sulawesi. Gerakan dari tabrakan dan pergeseran lempeng-lempeng besar ini tentunya direspon secara mekanis oleh Kepulauan Indonesia. Pergerakan yang terlihat sebagai panah-panah vektor dalam Gambar 2. Pergerakan lempeng-lempeng inilah yang membuat banyak gempa bumi.

2.3. Proses gempabumi di bawah laut perairan barat Sumatra

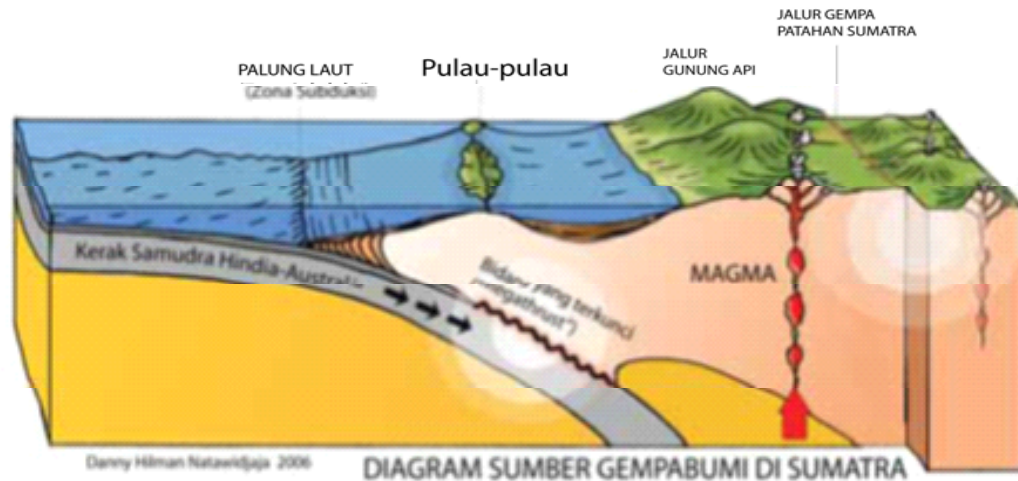
Dari uraian di atas kita memahami bahwa wilayah barat Sumatra sering terjadi gempa karena posisinya di sepanjang jalur tumbukan dua lempeng bumi, di mana lempeng (Samudra) Hindia bergerak menunjam ke bawah lempeng (benua) Sumatra (Gambar 2). Sumatra dan busur kepulauan di bagian baratnya adalah bagian dari lempeng Eurasia. Sedangkan lempeng lainnya berada di bawah Lautan Hindia. Batas tumbukan dua lempeng ini dapat diamati berupa jalur palung laut dalam di sebelah barat Sumatra sampai ke Kep. Andaman (Gambar 3). Lempeng Hindia menunjam di bawah Sumatra dengan kecepatan 50–60 cm/tahun dan kemiringan dari zona penunjamannya sekitar 12° [Natawidjaja, 2003; Prawirodirdjo, 2000]. Batas antara lempeng yang menunjam dan massa batuan di atasnya disebut sebagai bidang kontak dari zona penunjaman atau disebut juga sebagai bidang zona subduksi (Gambar 4). Di Sumatra bidang zona subduksi ini dapat diamati (dari data seismisitasnya) sampai kedalaman sekitar 300 km di bawah P. Sumatra. Bagian zona subduksi dari palung sampai kedalaman 40 km-an, umumnya mempunyai sifat regas (elastik) dan batas kedua lempeng ini di beberapa tempat terekat/terkunci erat. Karena itu dorongan terus menerus dari Lempeng Hindia menyebabkan terjadinya akumulasi energi-potensial regangan pada bidang kontak yang merekat erat ini berupa pengkerutan (Gambar 2.3) [Chlieh et al., in press]. Bidang kontak zona subduksi dangkal ini biasa disebut sebagai “megathrust” (= mega-patahan naik yang berkemiringan landai). Inilah yang menjadi sumber gempabumi di lepas pantai barat Sumatra.



Gambar 2.3. Tektonik aktif Pulau Sumatra memperlihatkan sumber-sumber utama gempa bumi pada zona Subduksi dan zona Patahan Sumatra. Banyak gempa besar yang terjadi pada kedua zona utama gempa ini. A — B adalah lintasan penampang skematik pada Gbr.4.

Di bawah kedalaman 40 km-an, temperatur disekitar bidang kontak melebihi 300-400°C sehingga tidak lagi memungkinkan adanya akumulasi energi elastik (gempa). Dengan kata lain pada kedalaman ini lempeng yang menunjam akan bergeseran dengan lempeng di atasnya tanpa terkunci atau menimbulkan pengkerutan seperti proses yang diterangkan di atas, sehingga di kedalaman ini umumnya tidak ada gempa-gempa besar, tapi hanya gempa-gempa kecil saja. Pada kedalaman antara 150-200 km, temperature bumi bertambah panas sehingga batuan disekitar zona kontak ini meleleh. Kemudian lelehan batuan panas ini naik ke atas membentuk kantung-kantung bubur batuan panas yang kita kenal sebagai kantung-kantung magma (Gambar 2.4). Pada akhirnya magma ini mendesak ke atas permukaan membentuk “kubah magma”, yaitu gunung api. Itulah sebabnya kenapa selain sering gempa bumi, Sumatra

juga mempunyai jajaran gunung api di punggung pulau-pulau, dikenal sebagai Pegunungan Bukit Barisan.

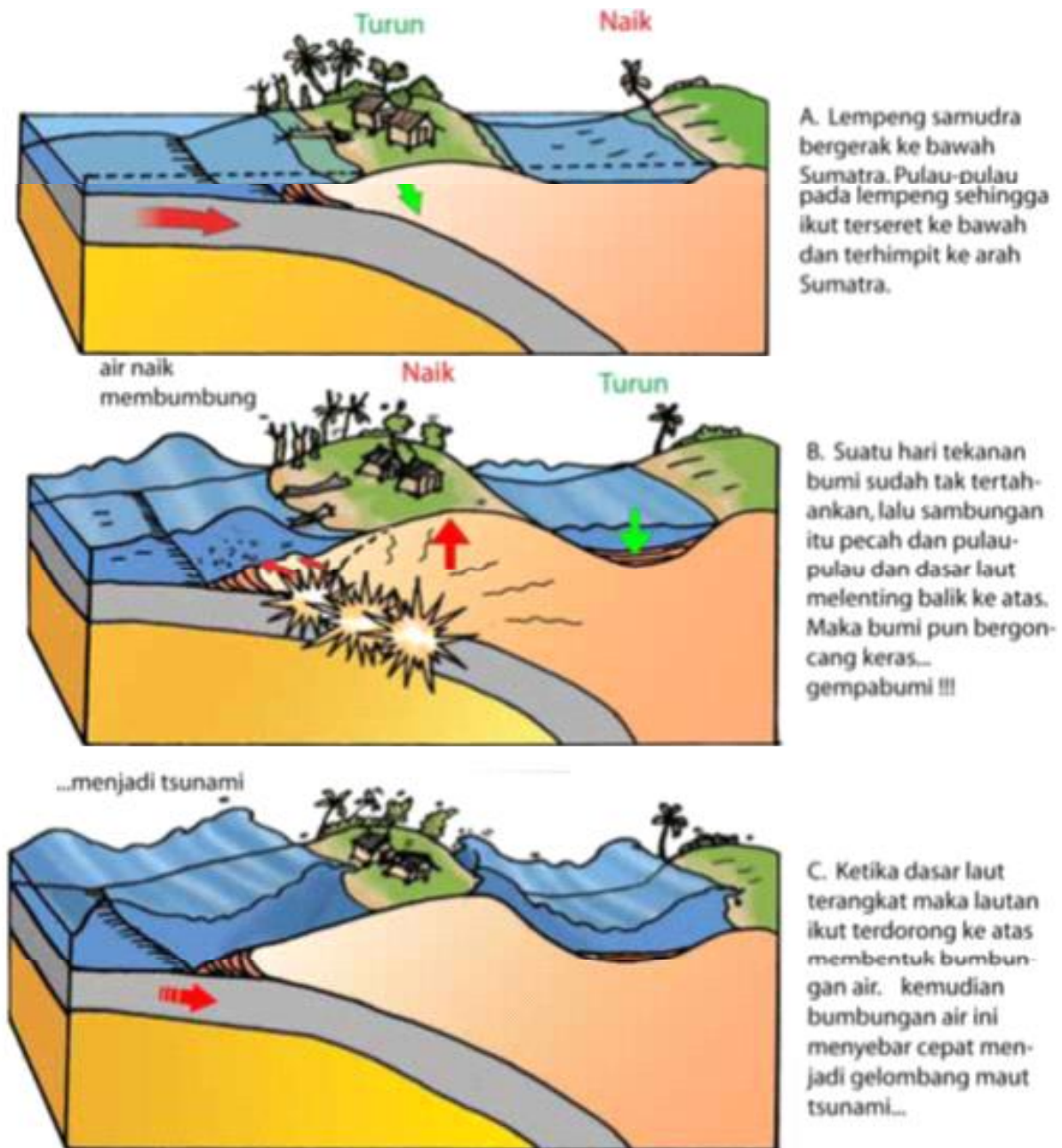


Gambar 2.4. Diagram zona subduksi Sumatra (penampang A-B pada Gambar 3) memperlihatkan struktur bumi di bawah permukaan. Sumber gempa besar di Sumatra adalah pada megathrust dan jalur Patahan Sumatra. Megathrust adalah pada bidang kontak zona subduksi sampai kedalaman ~ 50km.

Pada masa diantara gempabumi besar, bidang kontak dua lempeng yang terikat kuat akan mengkerut dan menghimpun tekanan, karena lempeng Hindia terus bergeser masuk di bawah lempeng Sumatra (Gambar 2.5A). Sejalan dengan itu, pulau-pulau yang berada di atas lempeng Sumatra ikut terseret ke bawah perlahan-lahan dan juga terhimpit ke arah daratan Sumatra. Suatu saat, tekanan yang terhimpun diantara dua lempeng ini menjadi terlalu besar untuk ditahan, sehingga rekatan diantara dua lempeng ini pecah dan lempeng di bawah pulau akan terhentak dengan sangat kuat ke arah barat dan atas (Gambar 2.5B). Lentingan lempeng ini menghasilkan guncangan keras yang dikenal sebagai gempabumi, dan membuat pulau-pulau di sebelah barat terangkat, sebaliknya yang di bagian timur turun ke bawah akibat efek deformasi elastik. Setelah itu, bidang kontak akan merekat lagi dan pulau-pulau kembali terseret ke bawah (Gbr 2.5C). Siklus proses gempabumi ini berlangsung selama satu abad atau lebih sampai suatu saat nanti kembali terjadi gempabumi besar.

Ketika pulau-pulau terhentak ke atas saat gempabumi, permukaan bumi di dasar laut ikut terangkat sehingga sejumlah besar volume air ikut terdorong ke atas dan menghasilkan bumbungan besar air di atas permukaan laut (Gbr. 2.5B). Bumbungan air ini kemudian

menyebar ke segala arah dan menjadi gelombang tsunami (Gbr. 2.5C). Gelombang tsunami sangat panjang dan bergerak sangat cepat menerjang dan membanjiri daratan. Gelombang tsunami bisa sangat berbahaya walaupun hanya beberapa meter karena seluruh massa airnya bergerak dengan sangat cepat sehingga mempunyai energi momentum yang tinggi. Ini berbeda dengan gelombang biasa yang pergerakannya hanya di bagian atasnya saja.



Gambar 2.5 A-B-C. Proses siklus gempa bumi pada zona subduksi/penunjaman lempeng

2.4. Proses gempabumi di daratan Sumatera

Lempeng Hindia menabrak bagian barat Sumatera secara miring (lihat Gambar 3) sehingga tekanan dari pergerakan ini terbagi menjadi dua komponen. Pertama adalah komponen yang tegak lurus dengan batas lempeng atau palung. Komponen pergerakan ini sebagian besar diakomodasi oleh zona subduksi seperti diuraikan di atas. Kedua adalah komponen gerakan horizontal yang sejajar dengan arah palung dan menyeret bagian barat Sumatera ke arah barat laut. Karena gaya ini maka terbentuklah patahan bumi besar disepanjang punggung pulau, yakni dikenal sebagai Patahan (Besar) Sumatera. Bidang kontak pada zona Patahan Sumatera ini tegak lurus membelah dua bumi Pulau Sumatera.

Dari waktu ke waktu bumi di bagian barat Patahan Sumatera ini bergerak ke arah barat laut dengan kecepatan 10 sampai dengan 30 mm/tahun relatif terhadap bagian di sebelah timurnya. Namun, sebagaimana halnya bidang kontak zona subduksi yang dangkal, bidang Patahan Sumatera sampai kedalaman 10 – 20km juga terkunci erat sehingga terjadi akumulasi tekanan elastik pada masa antar gempa, berpuluh-puluh tahun sampai ratusan tahun. Suatu saat, tekanan yang terkumpul sudah demikian besar sehingga bidang kontak/patahan sudah tidak kuat lagi menahan, sehingga pecah dan batuan di kanan-kirinya melenting tiba-tiba dengan kuat, terjadilah gempabumi besar. Berbeda dengan yang di zona subduksi, pada Patahan Sumatera gerakan yang terjadi arahnya menyamping/horizontal pada sepanjang bidang patahan yang tegak lurus. Bumi di bagian barat patahan akan bergeser tiba-tiba ke arah utara dan yang di bagian timur bergeser ke arah selatan. Setelah gempa, bidang patahan akan kembali merekat dan terkunci lagi, dan mengumpulkan tekanan elastik sampai suatu hari nanti terjadi gempabumi besar lagi.

Jalur Patahan Sumatera bisa dikenal dari kenampakan bentang alam di sepanjang jalur. Dari udara kita dapat melihat kelurusan dari jalur patahan yang membelah bumi (jalur merah pada Gambar 2.6). Jalur ini seringkali ditandai oleh kenampakan bukit-bukit kecil di sepanjang patahan, pergeseran alur-alur sungai, dan danau-danau yang terjadi karena pergeseran bumi, seperti Danau Singkarak dan Danau Diatas (Gambar 2.6).



Gambar 2.6. Diagram Jalur Patahan Sumatra di Sumatra barat.

2.5. Penentuan tipologi kawasan rawan gempa bumi (Permen PU No. 21 tahun 2007)

Tipe kawasan rawan gempa bumi ditentukan berdasarkan tingkat risiko gempa yang didasarkan pada informasi geologi dan penilaian kestabilan. Berdasarkan hal tersebut, maka kawasan rawan gempa bumi dapat dibedakan menjadi (6) enam tipe kawasan yang diuraikan sebagai berikut:

a. Tipe A

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

b. Tipe B

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

c. Tipe C

- 1) Terdapat paling tidak dua faktor dominan yang menyebabkan kerawanan tinggi pada kawasan ini. Kombinasi yang ada antara lain adalah intensitas gempa tinggi dan sifat fisik batuan lemah; atau kombinasi dari sifat fisik batuan lemah dan berada dekat zona sesar cukup merusak.
- 2) Kawasan ini mengalami kerusakan cukup parah dan kerusakan bangunan dengan konstruksi beton terutama yang berada pada jalur sepanjang zona sesar.

d. Tipe D

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

e. Tipe E

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

f. Tipe F

- 1) Kawasan ini berada pada kawasan landaan tsunami sangat merusak dan di sepanjang zona sesar sangat merusak, serta pada daerah dekat dengan episentrum dimana

intensitas gempa tinggi. Kondisi ini diperparah dengan sifat fisik batuan lunak yang terletak pada kawasan morfologi curam sampai dengan sangat curam yang tidak kuat terhadap guncangan gempa.

2) Kawasan ini mempunyai kerusakan fatal pada saat gempa.

2.6. Penentuan tingkat risiko kawasan rawan gempa bumi (Permen PU No. 21 tahun 2007)

Tingkat risiko kawasan rawan gempa bumi dibentuk berdasarkan beberapa variabel diantaranya adalah:

1. Informasi geologi
2. Penilaian kestabilan

Informasi geologi menjadi kajian dalam penentuan zona kawasan rawan gempa bumi.

Informasi geologi yang menjadi variabel penentuan kerawanan adalah:

1. Sifat fisik batuan

Merupakan pencerminan dari kondisi kekuatan batuan didalam menerima beban dan tekanan. Semakin kuat suatu batuan di dalam menerima beban dan tekanan, maka akan semakin stabil terhadap kemungkinan longsor dan amblasen, terutama pada saat terjadi guncangan kawasan rawan gempa bumi. Selain itu aspek sifat fisik batuan dilihat juga dari sisi kekompakkannya, kekerasannya maupun material pembentuknya. Untuk itu ada beberapa kelompok jenis batuan yang dibedakan berdasarkan pengelasan tersebut (Rudi Suhendar). Urutan pertama menunjukkan kelompok batuan yang relatif kompak, lebih resisten terhadap gempa dan lebih stabil terhadap kemungkinan longsor dan amblasen. Urutan selanjutnya nilai kemampuannya semakin mengecil. Kelompok batuan tersebut yaitu:

- a. andesit, granit, diorit, metamorf, breksi vulkanik, aglomerat, breksi sedimen dan konglomerat.
- b. batupasir, tuf kasar, batulanau, arkose, greywacke dan batugamping
- c. pasir, lanau, batulumpur, napal, tuf halus dan serpih
- d. lempung, lumpur, lempung organik dan gambut.

2. Kemiringan lereng

Kemiringan lereng dapat memberikan gambaran tingkat stabilitas terhadap kemungkinan terjadinya longsor atau runtuh tanah dan batuan, terutama pada saat terjadi kawasan rawan gempa bumi. Semakin terjal lereng maka potensi untuk terjadinya gerakan tanah dan batuan akan semakin besar, walaupun jenis batuan yang menempatnya cukup berpengaruh untuk tidak terjadinya longsor.

Informasi kemiringan lereng yang dipakai untuk zonasi kerawanan bencana ini, memakai klasifikasi lereng yang dibuat oleh Van Zuidam (1988), yaitu:

- a. 0°-2° (0%-2%) : datar (*almost flat*)
- b. 2°-4° (2%-7%) : landai (*gently sloping*)
- c. 4°-8° (7%-15%) : miring (*sloping*)
- d. 8°-16° (15%-30%) : agak curam (*moderately steep*)
- e. 16°-35° (30%-70%) : curam (*steep*)
- f. 35°-55° (70%-140%) : sangat curam (*very steep*)
- g. >55° (>140%) : terjal (*extremely steep*)

Wilayah dengan kemiringan lereng antara 0% hingga 15% akan stabil terhadap kemungkinan longsor, sedangkan di atas 15% potensi untuk terjadi longsor pada saat kawasan rawan gempa bumi akan semakin besar.

3. Kegempaan

Faktor Kegempaan merupakan informasi yang menunjukkan tingkat intensitas gempa, baik berdasarkan skala Mercalli, anomali gaya berat, maupun skala Richter seperti pada Tabel 1. berikut:

Tabel 1. Faktor Kegempaan

MMI	α	Richter
i, ii, iii, iv, v	< 0,05 g	< 5
vi, vii	0,05 – 0,15 g	5 – 6
viii	0,15 – 0,30 g	6 – 6,5
ix, x, xi, xii	> 0,30 g	> 6,5

Tabel 2. Skala Intensitas Modifikasi Mercalli (MMI)

Skala MMI	Dampak Kerusakan
I	Getaran tidak dirasakan kecuali dalam keadaan luar biasa oleh beberapa orang.
II	Getaran dirasakan oleh beberapa orang, benda-benda ringan yang digantung bergoyang.
III	Getaran dirasakan nyata di dalam rumah. Terasa getaran seakan-akan ada truk berlalu.
IV	Pada siang hari dirasakan oleh orang banyak di dalam rumah, di luar oleh beberapa orang, gerabah pecah, jendela/pintu bergerincing dan dinding berbunyi.
V	Getaran dirasakan oleh hampir semua penduduk, orang banyak terbangun, gerabah pecah, jendela dan sebagainya pecah, barang-barang terpelanting, tiang-tiang dan barang besar tampak bergoyang, bandul lonceng dapat berhenti.
VI	Getaran dirasakan oleh semua penduduk. Kebanyakan semua terkejut dan berlari ke luar, plester dinding jatuh dan cerobong asap pada pabrik rusak, kerusakan ringan.
VII	Setiap orang keluar rumah. Kerusakan ringan pada rumah-rumah dengan bangunan dan konstruksi yang baik. Sedangkan pada bangunan dengan konstruksi yang kurang baik terjadi retak-retak bahkan hancur, cerobong asap pecah. Terasa oleh orang yang naik kendaraan.
VIII	Kerusakan ringan pada bangunan dengan konstruksi yang kuat. Retak-retak pada bangunan dengan konstruksi yang kurang baik, dinding dapat lepas dari rangka rumah, cerobong asap pabrik dan monumen-monumen roboh, air menjadi keruh.
IX	Kerusakan pada bangunan yang kuat, rangka-rangka rumah menjadi tidak lurus, banyak retak-retak. Rumah tampak berpindah dari pondasinya. Pipa-pipa di dalam rumah putus.
X	Bangunan dari kayu yang kuat rusak, rangka rumah lepas dari pondasinya, tanah terbelah, rel melengkung, tanah longsor di tiap-tiap sungai dan di tanah-tanah yang curam.
XI	Bangunan-bangunan hanya sedikit yang tetap berdiri. Jembatan rusak, terjadi lembah. Pipa di dalam tanah tidak bisa dipakai sama sekali, tanah terbelah, rel melengkung sekali.
XII	Hancur sama sekali. Gelombang tampak pada permukaan tanah. Pemandangan menjadi gelap. Benda-benda terlempar ke udara.

Semakin kecil angka faktor kegempaan yang tercantum pada suatu wilayah, maka intensitas kawasan rawan gempa bumi di wilayah tersebut akan semakin kecil dan wilayah akan lebih stabil, begitupun sebaliknya.

4. Struktur geologi

Struktur geologi merupakan pencerminan seberapa besar suatu wilayah mengalami “deraan” tektonik. Semakin rumit struktur geologi yang berkembang di suatu wilayah, maka menunjukkan bahwa wilayah tersebut cenderung sebagai wilayah yang tidak stabil. Beberapa struktur geologi yang dikenal adalah berupa kekar, lipatan dan patahan/ sesar. Pada dasarnya patahan akan terbentuk dalam suatu zona, jadi bukan sebagai satu tarikan garis saja. Zona sesar ini bisa jadi hingga mencapai jarak 100 m atau bahkan lebih, sangat tergantung kepada kekuatan gaya dan jenis batuan yang ada.

Untuk pengkajian zona kerawan bencana ini, maka digunakan jarak terhadap zona sesar sebagai acuan kestabilan wilayah. Semakin jauh suatu wilayah dari zona sesar maka wilayah tersebut akan semakin stabil.

Jarak kurang dari 100m dianggap sebagai zona tidak stabil, sementara antara 100m – 1000m dianggap sebagai zona kurang stabil dan lebih dari 1000m diklasifikasikan sebagai zona stabil. Penilaian kestabilan wilayah merupakan proses penentuan penilaian variabel yang telah ditetapkan. Penilaian terdiri dari:

a. Pembobotan

Pembobotan yang diberikan dalam zonasi ini adalah dari angka 1 hingga 5. Nilai 1 memberikan arti tingkat kepentingan informasi geologi yang sangat tinggi, artinya informasi geologi tersebut adalah informasi yang paling diperlukan untuk mengetahui zonasi bencana alam. Berikut ini urutan pembobotan yang diberikan dalam zonasi kawasan rawan bencana:

Tabel 3. Pembobotan

Pembobotan	Klasifikasi
1	Kepentingan Sangat Tinggi
2	Kepentingan Tinggi
3	Kepentingan Sedang
4	Kepentingan Rendah
5	Kepentingan Sangat Rendah

b. Nilai kemampuan

Nilai kemampuan yang diberikan dalam zonasi ini adalah dari angka 1 hingga 4. Nilai 1 adalah nilai tertinggi suatu wilayah terhadap kemampuannya untuk stabil terhadap bencana geologi. Nilai 4 adalah nilai untuk daerah yang tidak stabil terhadap bencana alam geologi. Berikut adalah urutan nilai kemampuan yang diberikan untuk penentuan skoring kestabilan wilayah:

Tabel 4. Klasifikasi nilai kemampuan

Nilai Kemampuan	Klasifikasi
1	Tinggi
2	Sedang
3	Rendah
4	Sangat Rendah

c. Skoring

Skoring merupakan perkalian antara “pembobotan” dengan “nilai kemampuan”, dan dari hasil perkalian tersebut dibuat suatu rentang nilai kelas yang menunjukkan nilai kemampuan lahan didalam menghadapi bencana alam kawasan rawan gempa bumi dan kawasan rawan letusan gunung berapi.

Dari hasil perkalian tersebut maka dapat dibuat “land capability ratings” atau tingkat kemampuan lahan sebagai berikut:

Tabel 5. Nilai skor

Klasifikasi Kestabilan	Rentang Skor
Stabil	15 - 30
Kurang stabil	31 - 45
Tidak stabil	46 - 60

Kombinasi antara variabel informasi geologi dengan penilaian kestabilan wilayah terlihat pada tabel berikut:

RENTANG NILAI KELAS

TOTAL SKOR	KESTABILAN WILAYAH
60 - 45	Tidak Stabil
45 - 30	Kurang stabil
30 - 15	Stabil

BAB III. PETA JALAN PENELITIAN

3.1. Peta Jalan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian awal yang kami lakukan untuk membuat peta zonasi kawasan rawan gempabumi. Kajian yang dilakukan berupa seismisitas gempabumi, model dan pola penunjaman litosfer (subduksi) lempeng dan struktur sesar Sumatera di wilayah Sumbagsel. Hal ini dilakukan dengan melihat kondisi seringnya terjadi bencana gempabumi khususnya bagian barat Sumatera bagian Selatan.

Penelitian-penelitian yang pernah kami lakukan berkenaan dengan kegempaan dan mitigasi kebencanaan diantaranya: (1). Aplikasi FFT untuk analisis kandungan frekuensi data mikro seismik tiga komponen (1999). Penelitian ini mengkaji kejadian gelombang gempa mikro di daerah gunung api untuk mendeteksi aktivitas kegempaan dan aktivitas guguran. (2) Pembuatan Sistem Informasi Resiko Tanah Longsor (LANSDILE) Berdasarkan Analisis Geofisika, Klimatologi Dan Geomorfologi Untuk Penataan Ruang Serta Langkah-Langkah Mitigasi Di Kabupaten Lahat Sumatera Selatan (2010). Data geofisika yang dianalisis adalah hasil pengamatan gelistrik di daerah studi untuk memetakan bidang gelincir. Hasil penelitian ini adalah peta daerah atau zona longsor dan langkah-langkah mitigasi bencana longsor. (3) Kajian Resiko dan Adaptasi Perikanan Tambak Terhadap Perubahan Iklim Global di Wilayah Pesisir Banyuasin (2013). Hasil penelitian ini adalah pola perubahan garis pantai dan peta resiko bencana inudasi dan strategi mitigasi dan adaptasinya. Karakteristik Gunungapi Seminung, Sumatra Selatan, untuk Mitigasi Bahaya Letusan dengan Menggunakan G.I.S.(2014). Zonasi bahaya gunung api dan semburan gas gunung Seminung berhasil dipetakan.

Untuk itu kami mempunyai rencana penelitian di daerah ini tentang aktivitas kegempaan dan mitigasinya. Tahapan penelitian yang akan dilakukan adalah pertama mengenai karakteristik seismisitas kegempaan dan pola penunjaman/ subduksi di wilayah barat Sumatera bagian selatan, kedua pola struktur yang terdapat di daerah penelitian yang berkaitan dengan aktifitas sesar Sumatera dan karakteristik batuan dan selanjutnya akan didapatkan peta zona bencana gempabumi.

BAB IV. METODE PENELITIAN

Metoda penelitian ini meliputi kajian pustaka, pengumpulan data dan analisis data. Kajian pustaka dari penelitian sejenis untuk mendapatkan gambaran mengenai penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya untuk mendapatkan arah penelitian yang sedang dilakukan dan tingkat kebaruannya. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data gempabumi, morfologi, litologi dan struktur geologi. Data gempabumi meliputi data magnetude, intensitas, episenter dan mekanisme fokus. Data litologi (batuan) dan geologi diambil peta topografi, geologi dan pengamatan langsung di lapangan. Pengamatan detail atau observasi langsung di lapangan dengan metode *tracking* GPS dari beberapa lintasan, dan pengambilan percontohan batuan secara sistematis untuk keperluan analisis laboratorium dan studio. Pengamatan lapangan meliputi pendiskripsian singkapan batuan berdasarkan prinsip-prinsip petrologi, pengukuran penampang stratigrafi, dan identifikasi struktur geologi khususnya pada lokasi obyek penelitian, namun tidak tertutup kemungkinan dilakukan di daerah-daerah sekitarnya dalam rangka mendapatkan gambaran kondisi geologi secara regional. Untuk pengukuran analisis struktur dan morfologi selain dilapangan juga menggunakan lansat. Tahapan yang akan dilakukan selama penelitian ditunjukkan pada Gambar 7 dan jadwal penelitian dapat dilihat pada Tabel 6 .

4.1. Tahap Pengambilan Data dan Analisis data

1. Sejumlah data diperlukan dalam penelitian ini, meliputi antara lain:

- a. Data gempabumi diambil dari USGS (United State of Geological Survey), data Global CMT (Centroid Moment Tensor) Harvard Seismological Laboratory, dan data dari BMKG.
- b. Pengumpulan data-data baik dari instansi terkait maupun dengan pemesanan (pembelian) antara lain peta geologi regional, peta landsat dan peta topografi, serta laporan-laporan terdahulu.
- c. Persiapan/pra interpretasi: mengamati sepintas dari peta-peta yang dikumpulkan guna menginterpretasikan penyebaran daerah-daerah berpotensi bencana gempabumi dengan metode overlay (tumpang tindih) yaitu peta topografi, geologi, foto udara dan satelit

digabung akan didapatkan peta peta potensi bencana gempabumi sementara berdasarkan macam geologinya.

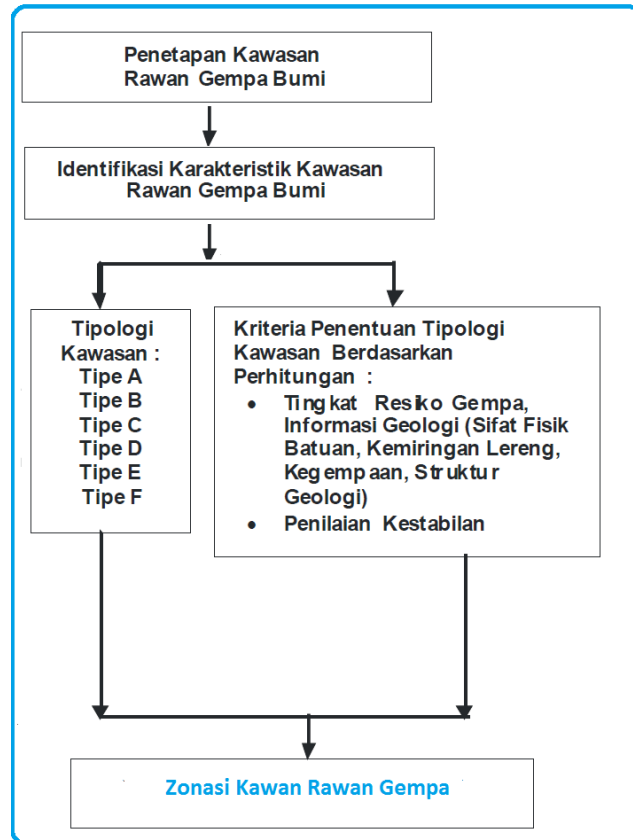
- d. Uji lapangan: peta sementara hasil interpretasi dipelajari guna menentukan / memilih lintasan yang akan didatangi yang dianggap mewakili dan atau meragukan dalam interpretasi untuk mencocokkan hasil interpretasi dan kenyataan dilapangan.

2. Pengolahan Data:

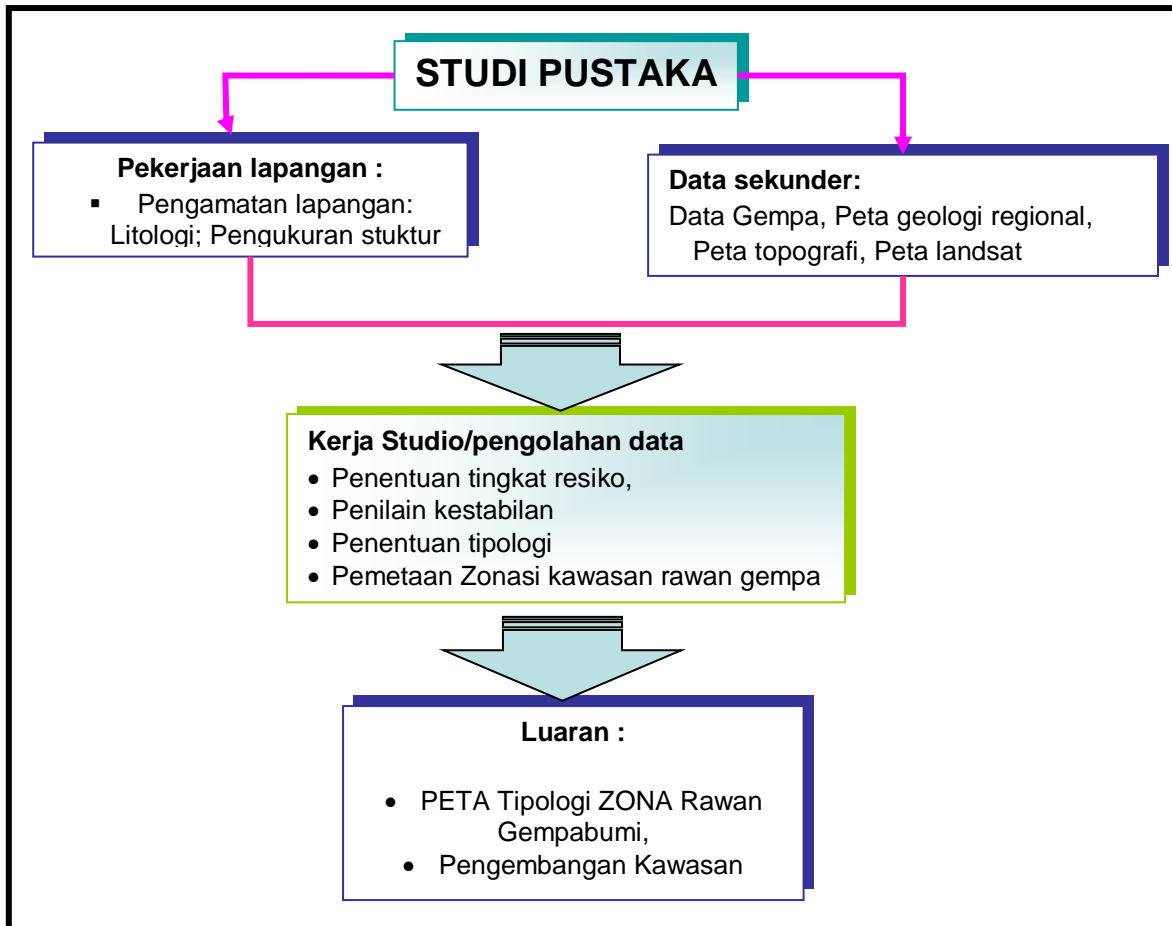
- a. Penentuan tingkat resiko kawasan rawan gempabumi berdasarkan informasi geologi dan kegempaan meliputi sifat fisik batuan, kemiringan lereng, kegempaan (intensitas dan magnetude), dan struktur geologi.
- b. Penilaian kestabilan dengan memberikan pembobotan dalam zonasi penting hingga tidak penting (1-5), nilai kemampuan untuk stabil dan tidak stabil (1 – 4), skoring merupakan perkalian antara nilai bobot dan nilai kemampuan, dan hasil skoring menunjukkan tingkat kestabilan suatu zona atau wilayah terhadap bencana gempa bumi.
- c. Penentuan tipologi kawasan rawan gempabumi dari rendah hingga sangat tinggi (A – F) berdasarkan nilai kestabilan.
- d. Tahap penggambaran: hasil tipologi kawasan rawan gempa dipetakan dalam bentuk zonasi kawasan rawan bencana gempabumi.

3. Analisis data:

Analisis peta zona kawasan rawan gempabumi berdasarkan tingkat kerentanan bahaya gempabumi. Zonasi ini menghasilkan simpulan apakah suatu wilayah boleh dikembangkan untuk kawasan hunian, perkotaan, industri maupun hutan lindung.



Gambar 4.1. Penentuan Kawasan Rawan Gempa



Gambar 4.2 : Diagram alur tahapan penelitian pada tahun pertama

4.2. Kelengkapan dan Peralatan Penelitian Lapangan

Peta-peta dasar (citra landsat, peta geologi, dan peta topografi) akan digunakan sebagai pendukung survei lapangan. Observasi lapangan akan menggunakan peralatan dasar (*basic equipment*) antara lain kompas geologi, pita ukur 50 meter, palu geologi, GPS, kaca pembesar 30x (*loupe*), rock/mineral *comperator*, *streak pen*, larutan HCl, dan kantong sampel, serta peralatan pribadi lain yang diperlukan.

Tabel 4.1. Tahapan dan jadwal kegiatan untuk 2 tahun

NO	KEGIATAN	BULAN	TAHUN 1								TAHUN 2								
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Evaluasi data yang ada & pemesanan Lansat		■	■	■							■							
2	Pekerjaan Lapangan				■	■							■	■					
3	Pengolahan Data Lap.				■	■								■	■				
4	Interpretasi data citra lansat				■	■													
	Analisa Laboratorium													■	■				
5	Pembuatan peta zona potensi bahaya gempa					■	■							■	■				
6	Pembuatan Draft Laporan						■	■							■	■	■		
7	Laporan Akhir							■	■							■	■	■	

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Pengamatan Lapangan

Pengamatan dilakukan di tiga wilayah yaitu daerah Bengkulu sampai Padang, Muara Dua dan Lampung untuk mengetahui litologi batuan, morfologi dan efek dari gempa.

5.1.1. Pengamatan Bengkulu sampai Padang (*Fore Arc Basin*)

Pengamatan ini dilakukan pada tanggal 15 hingga 19 Agustus 2015 dengan rute Palembang – Lahat – Bengkulu – Padang. Pengamatan lebih difokuskan di daerah Bengkulu. Dari pengamatan morfologi didapatkan daerah ini terdiri dari topografi dari barat ke timur terdiri dari pantai, dataran rendah hingga dataran tinggi berupa jajaran Bukit Barisan. Secara seting tektonik daerah ini termasuk ke dalam *fore arc basin*. Gempa yang terjadi pada daerah ini biasanya disebabkan oleh aktifitas tektonik lempeng.



Gambar 5.1. Foto pantai di daerah Padang
pegunungan penyusun Bukit Barisan



Gambar 5.2. Gambar persawahan dan deretan

5.1.2. Pengamatan Muara Dua (*Magmatic Arc*)

Pengamatan ini dilakukan pada tanggal 07 hingga 10 November 2015 dengan rute Palembang – Muara Dua. Pengamatan lebih difokuskan di daerah Muara Dua dan Danau Ranau. Dari pengamatan morfologi didapatkan daerah ini terdiri dari topografi dari danau hasil dari aktifitas volkanisme masa lalu, dataran rendah hingga dataran tinggi berupa jajaran Bukit Barisan. Litologi daerah ini didominasi oleh batuan beku seperti granit, andesit, basalt,

diorite; batuan metamorf di daerah Bukit Garba; batuan piroklastik di daerah Danau Ranau dan Muara Dua serta batuan sedimen seperti batupasir hingga batulempung.



Gambar 5.3. Batu Andesite di Daerah *Magmatic Arc* yang menyusun Pegunungan Bukit Barisan

Secara seting tektonik daerah ini termasuk ke dalam *magmatic arc*. Apabila terjadi gempa di wilayah ini kemungkinan akibat dari gempa tektonik dan gempa vulkanik. Namun kebanyakan gempa yang terjadi di daerah *magmatic arc* berasal dari gempa vulkanik.



Gambar 5.4. Danau Ranau



Gambar 5.5. Pengamatan batuan pasir kuarsa di Baturaja

5.1.3. Pengamatan Lampung

Pengamatan ini dilakukan pada tanggal 14 hingga 15 Oktober 2015 dengan rute Palembang – Lampung. Pengamatan lebih difokuskan di daerah Lampung hingga Liwa. Dari pengamatan morfologi didapatkan daerah ini terdiri dari topografi dari pantai, dataran rendah hingga dataran tinggi berupa jajaran Bukit Barisan. Litologi daerah ini didominasi oleh batuan

beku seperti granit, andesit, basalt, diorite; batuan metasedimen; batuan piroklastik dan beku di daerah Liwa serta batuan sedimen seperti batupasir hingga batulempung. Secara seting tektonik daerah ini termasuk ke dalam *fore arc* hingga *magmatic arc*. Daerah Liwa pernah terjadi gempa besar.

5.1.4. Pengamatan Palembang (*Back arc basin*)

Daerah ini merupakan daerah rawa-rawa dengan litologi batupasir hingga batulempung. Dengan litologi seperti itu jarang sekali terjadi gempa.



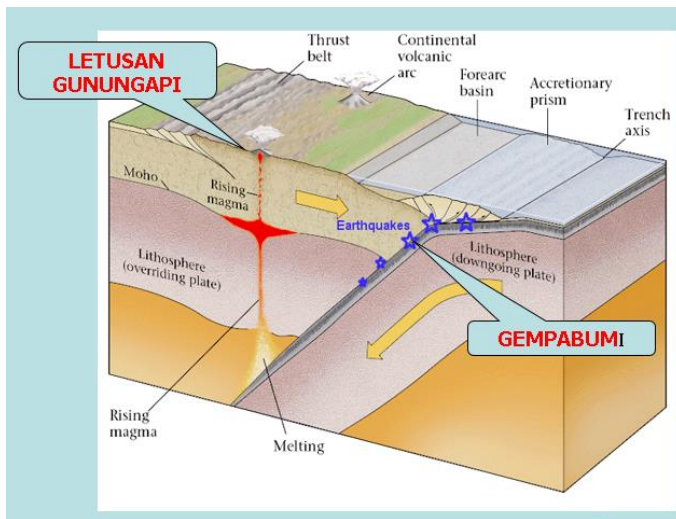
Gambar 5.6. Daerah *Back Arc Basin* di sepanjang jalan lintas Palembang – Indralaya

5.2. Tektonik Lempeng Sumatera

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, masingmasing lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia dan lempeng Pasifik.

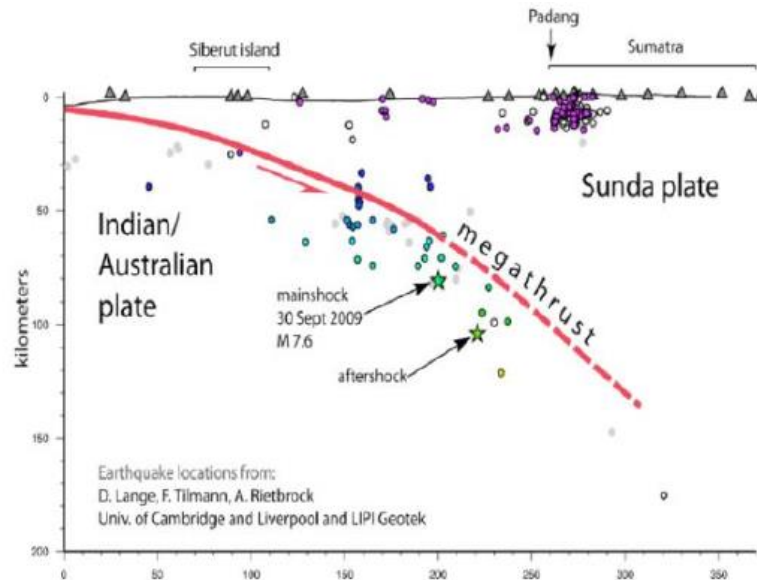
Sumatera berada pada batas lempeng konvergen antara dua lempeng yang rigid yaitu lempeng Eurasia dan Indo-Australia. Pergerakan dip-slip terjadi pada sepanjang zona subduksi Sumatera (*megathrust*), yaitu akibat penunjaman samudera Hindia (bagian dari lempeng Indo-Australia) di bawah Sumatera (bagian dari lempeng Eurasia). Lempeng Indo-Australia bergerak ke arah Utara-Timur laut dan mendorong lempeng Eurasia dengan kecepatan 5 cm/tahun. Selama ratusan tahun, interface dari megathrust tetap terkunci. Dengan demikian pergerakan relatif dari kedua lempeng tersebut menyebabkan peningkatan akumulasi energi di sekitar interface. Apabila akumulasi energi sudah melebihi batas maka akan terjadi ruptur dan gerakan tiba-tiba (*lurch*) sehingga dapat menimbulkan terjadinya gempa besar dan tsunami.



Gambar 5.7. Ilustrasi seting tektonik yang mengakibatkan terjadinya gempabumi dan letusan gunungapi

Sejarah ke gempa mencatat telah terjadi gempa besar yang diikuti tsunami di Sumatera pada tahun 1797, 1833 dan 1861. Kemudian perulangan gempa ini kembali terjadi sejak tahun 2000 (Lampung), 2004 (Aceh), 2005 (Nias), 2007 (Bengkulu). Alarcon (2010) melaporkan adanya seismic gap pada segmen Mentawai (Sumatera Barat) di sepanjang jalur subduksi. Hal ini mengindikasikan bahwa wilayah megathrust di depan busur Sumatera bagian Barat memiliki potensi terjadinya gempa besar dan tsunami perlu diwaspadai. Meskipun pada tanggal 30 September 2009 telah terjadi gempa di Padang dengan Mw 7,6, namun gempa ini tidak mengurangi akumulasi stress pada megathrust segmen Mentawai secara signifikan dan tidak merobek zona subduksi (McCloskey, 2010).

Hal ini menunjukkan bahwa akumulasi energi pada segmen Mentawai tetap tinggi dan gempa besar yang diperkirakan akan menyebabkan ruptur akibat pelepasan energi tersebut belum terjadi.



Gambar 5.8. Cross section hiposenter gempa (Lange, 2010). Dapat dilihat bahwa gempa 30 September 2009 tidak berada pada zona pertemuan dua lempeng, namun berada pada lempeng Indo-Australia

5.3. Pola Struktur Sumatera Bagian Selatan

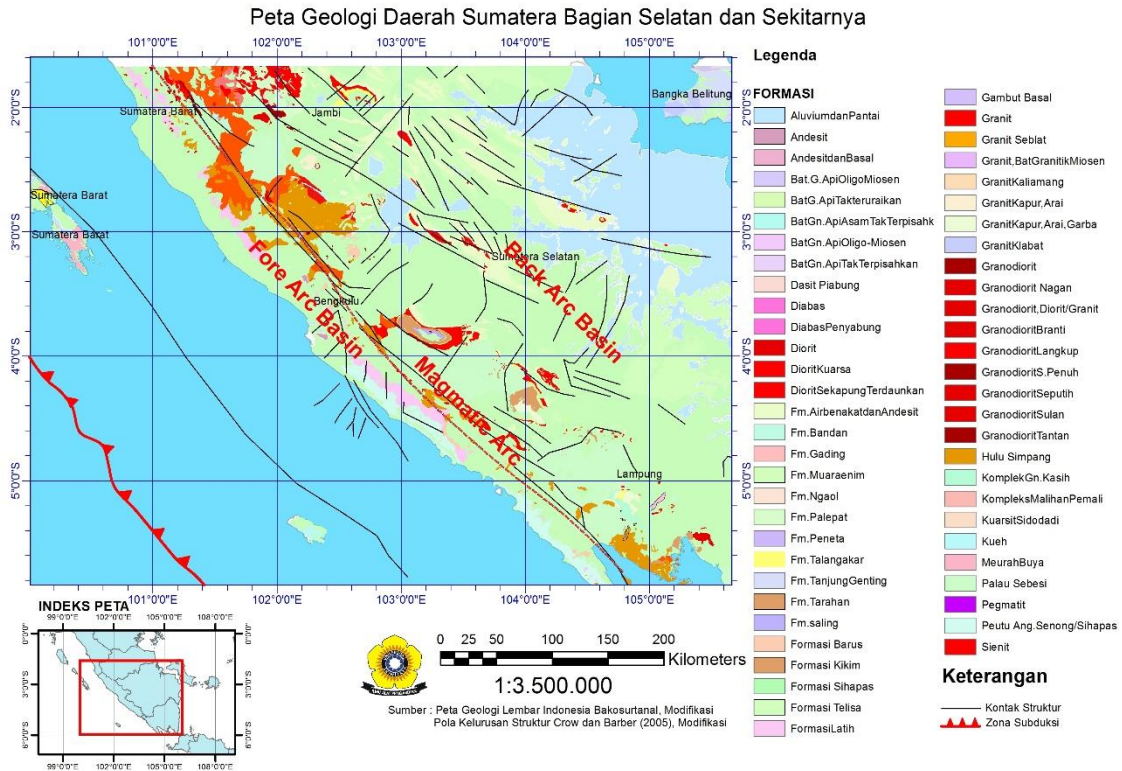
Pulau Sumatera berada pada bagian dari *Sundaland* yang berada pada jalur konvergensi antara Lempeng Indo – Australia dan Eurasia. Dari konvergensi lempeng dihasilkan jalur subduksi yang menyebabkan terjadinya beberapa pembagian daerah berdasarkan busur orogenesis pembentukan. Pulau Sumatera diindikasikan terbentuk oleh *collision* dan *suturing* dari mikrokontinen di akhir Pra – Tersier (Pulonggono dan Cameron, 1984; dalam Barber dkk, 2005). Akibatnya pergerakan Lempeng Indo – Australia yang menunjam dibawah Lempeng Eurasia bergerak dengan rata – rata pergerakannya 6 – 7 cm/tahun dengan arah N 20 °E. Pembentukan cekungan yang ada di Sumatera diakibatkan adanya kehadiran subduksi yang menyebabkan terbentuknya beberapa cekungan diantaranya :

1. *Fore Arc Basin*, berada antaranya *trench* dan akresi *Magmatic Arc* yang berada paling dekat dengan jalur subduksi yaitu pada barat Pulau Sumatera.

2. *Back Arc Basin*, meliputi Cekungan Sumatera Utara, Tengah dan Selatan yang berada pada bagian timur dari Pegunungan Bukit Barisan yang terbentuk karena adanya depresi akibat pengangkatan dari jalur gunung api Pulau Sumatera.
3. *Magmatic Arc*, terbentuk sepanjang jalur Pegunungan Bukit Barisan akibat adanya konvergensi antara Lempeng Indo – Australia dan Eurasia yang menyebabkan terbentuknya jalur gunung api pada bagian barat Sumatera sepanjang Lampung – Aceh.

Konvergensi antara Lempeng Indo – Australia dan Lempeng Eurasia dapat mempengaruhi keadaan litologi, struktur, tektonik dan morfologi yang ada pada Pulau Sumatera. Pembentukan litologi dari suatu daerah dapat dipengaruhi oleh beberapa kejadian geologi yang bekerja serta proses pengendapan dari suatu cekungan. Pada umumnya litologi penyusun batuan dasar atau *basement* pada Pulau Sumatera tersusun dari batuan berumur Paleozoikum – Mesozoikum diantaranya batuan metamorf, batuan beku dan batuan meta – sedimen. Penyusun batuan *basement* dapat tersingkap baik pada jalur gunung api ataupun tinggian batuan singkapan tua pada sepanjang Pegunungan Bukit Barisan ataupun pada tinggian – tinggian yang dekat dengan *magmatic arc* dan pada daerah hasil terobosan magma yang keluar ke permukaan.

Penyusun batuan *basement* pada Pegunungan Bukit Barisan sepanjang *Magmatic Arc* dan Sesar Sumatera berupa granit, filit, serpentinit, andesit, diorit dan granidiorit. Pada *Fore Arc Basin* umumnya penyusun litologinya berasal dari *oceanic crust* dan *continent crust* ataupun hasil transportasi material gunung api, litologi yang berada pada *Fore Arc Basin* memiliki beberapa penciri yang sama dengan *Back Arc Basin* karena merupakan daerah depresi sehingga banyak dijumpai batuan sedimen terbentuk karena adanya rework ataupun proses sedimentasi lainnya (Gambar 5.9).



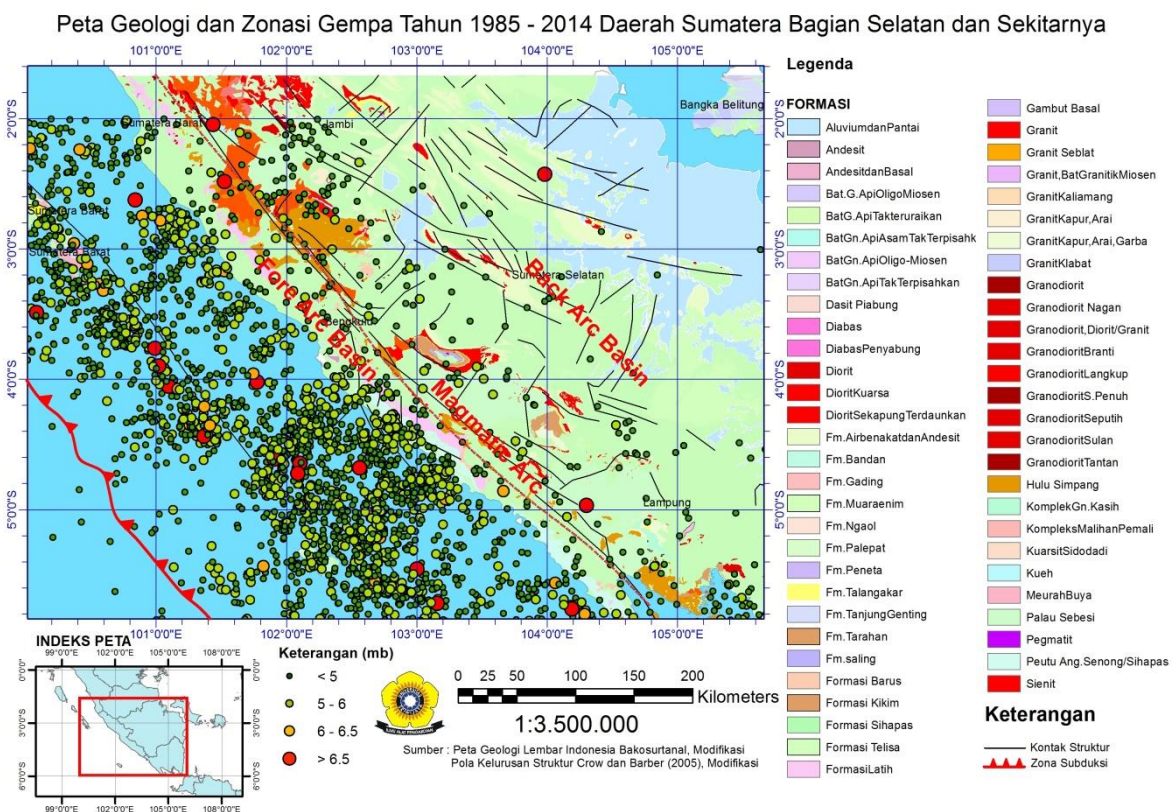
Gambar 5.9. Peta Geologi Daerah Sumatera Bagian Selatan

Pembentukan danau – danau yang ada di Pulau Sumatera dipengaruhi akibat adanya Tektonik – Vulkanik, Danau Maninjau, Danau Singkarak, Danau Diatas dan Dibawah dan Danau Ranau merupakan bukti adanya proses pembentukan cekungan akibat adanya sesar geser (*Pull Apart Basin*), sesar geser yang terbentuk merupakan bagian dari segmen dari sesar utama yang ada di Pulau Sumatera sehingga mempengaruhi semua tatanan tektonik yang ada. Sesar Semangko merupakan *Transtention Fault* yang berimplikasi terbentuknya danau – danau yang ada sepanjang tinggian jalur gunung api, aktivitas vulkanik juga mempengaruhi dari terbentuknya danau – danau yang ada seperti aktivitas gempa vulkanik karena adanya peningkatan aktivitas magma sehingga memperluas kaldera ataupun karena adanya aktivitas pada gunung api purba sepanjang jalur *magmatic arc*. Daerah pada sekitar danau yang ada pada zona Sesar Semangko dijumpai adanya material piroklastik berupa tuffan, bongkah gunung api atau fragmen – fragmen dari material jatuhkan dari aktivitas gunung api. *Magmatic Arc* merupakan jalur dari pembentukan gunung api, aktivitas vulkanisme dapat menyebabkan terjadinya gempa disekitar daerah gunung api, dengan intensitas kekuatan lemah – sedang. Gempa vulkanik terjadi akibat adanya pergerakan magma yang keluar naik ke permukaan,

efek yang ditimbulkan tidak separah dengan gempa tektonik yang diakibatkan adanya getaran yang dihasilkan dari pergerakan lempeng.

Dalam konvergensi pada Lempeng Indo – Australia dan Eurasia ataupun dari peningkatan aktivitas vulkanisme dapat menyebabkan terjadinya aktivitas kegempaan, gempa yang dihasilkan dari aktivitas vulkanik cenderung lebih kecil dampak yang ditimbulkan dibanding dengan gempa tektonik. Gempa tektonik mempunyai resiko yang tinggi karena Pulau Sumatera berada pada sepanjang jalur subduksi dengan pergerakan lempeng yang cukup masif dengan kecepatan rata – rata 6-7cm/tahun. Dampak yang ditimbulkan dari gempa vulkanik hanya berada pada radius sekitar wilayah gunung api dan kekuatan gempa ditimbulkan karena adanya pergerakan magma.

Terdapat tiga pembagian wilayah berdasarkan pembentukan cekungan dan persebaran gempa berdasarkan (Gambar. 5.10.) yaitu :



Gambar 5.10. Peta Geologi dan Zonasi Gempa Sumatera Bagian Selatan tahun 1985 – 2014

5.3.1 *Fore Arc Basin*

Fore Arc Basin merupakan daerah yang berada didepan *Magmatic Arc* yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia serta paling dekat dengan jalur subduksi, penyusun litologi pada daerah tersebut meliputi batuan hasil material pengendapan vulkanik, sedimen dan metamorfisme. Akibat jaraknya yang dekat dengan jalur subduksi, intensitas gempa yang dihasilkan berkekuatan 3,5 – 8 mb. Morfologi pada daerah ini meliputi perbukitan, lembah, lahan terdenudasi, dan dataran rendah – tinggi. Formasi pembawa batuan meliputi batuan hasil dari *continent crust*, *oceanic crust* ataupun material dari transportasi gunung api, antara lain berupa berkembangnya terumbu – terumbu karbonat yang masif yang menandakan pernah terjadi pengendapan pada lingkungan marine, batuan gunung api seperti tuffaan, breksi gunung api, batuan beku terdiri dari *andesitic* – basalt. Pada umumnya batuan sedimen yang ada pada *Fore Arc Basin* memiliki beberapa penciri yang sama dengan *Back Arc Basin* menandakan dulunya kedua cekungan tersebut merupakan cekungan yang sama, akibat adanya *collision* menyebabkan munculnya *magmatic arc* yang memisahkan kedua cekungan tersebut. Morfometri pada *Fore Arc Basin* terdiri dari landai – curam. Pada persebaran titik gempa *Fore Arc Basin* merupakan daerah dengan tingkat paling tinggi dalam intensitas kegempaan dengan resiko terbesar yang ditimbulkan berupa tsunami.

5.3.2. *Magmatic Arc*

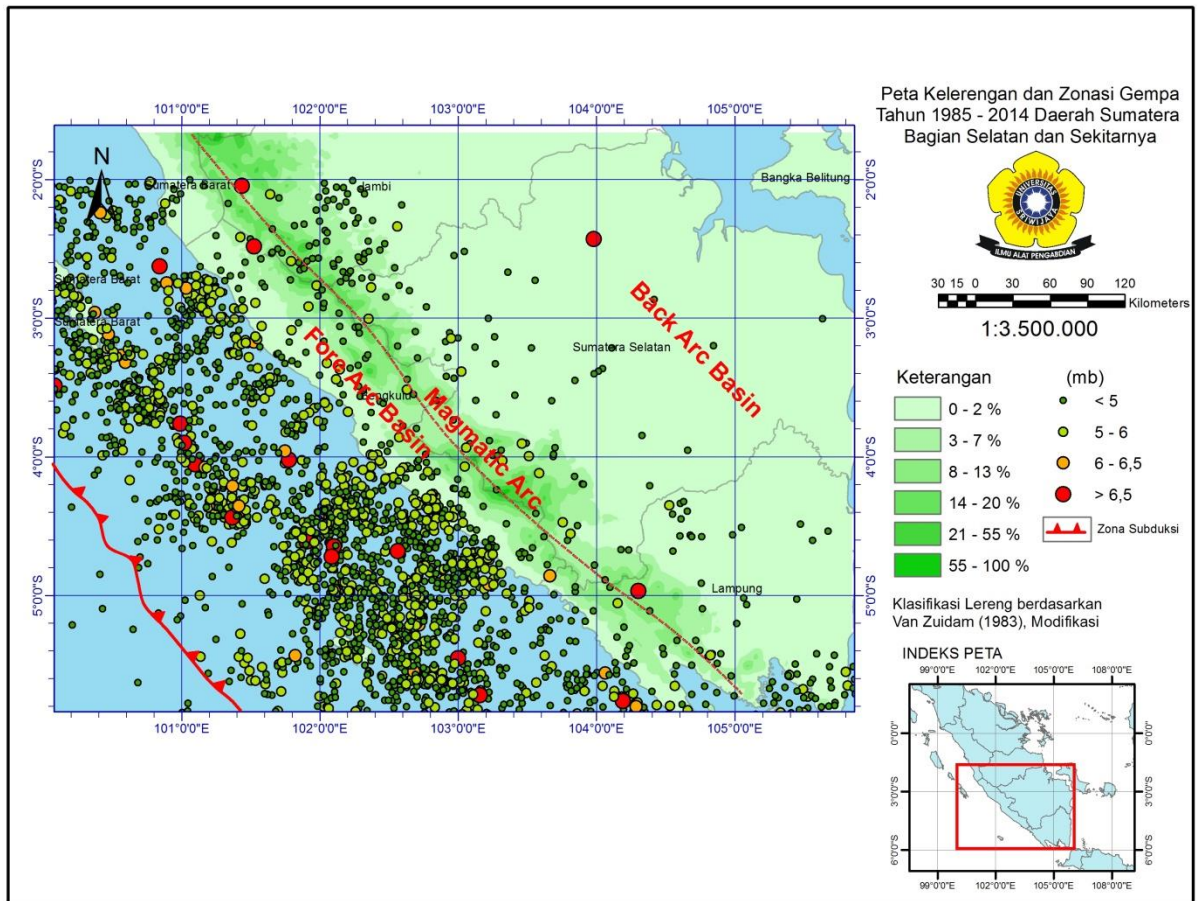
Gunungapi yang berkembang pada Pulau Sumatera merupakan pengaruh gaya konvergen dari tumbukan lempeng Indo – Australia dan Eurasia sehingga membentuk jalur tinggian berupa perbukitan ataupun pegunungan. Material Penyusun litologi pada daerah *Magmatic Arc* meliputi batuan yang cenderung masif berupa batuan *basement* akibat adanya intrusi dan erupsi gunung api, batuan metamorf, batuan vulkanik serta batuan sedimen yang kaya unsur klastika gunung api akibat dekat dengan aktivitas vulkanisme, Daerah yang berada sepanjang patahan memiliki resiko tinggi gempa bumi dan tanah longsor karenatingginya aktivitas kegempaan dan kegunungapian. Akibat penunjaman yang terjadi pada Pulau Sumatera terbentuk graben dan horst mengakibatkan terjadinya varisasi dari geomorfologinya. Pada bagian barat Pulau Sumatera terjadi pengangkatan yang membentuk pegunungan bukit barisan sehingga menyebabkan dataran pantai pada bagian barat memiliki dataran yang sempit dibanding dengan dataran pantai pada timur Sumatera. Dataran yang tersusun oleh material

sedimen mempunyai resiko yang lebih besar karena batuan yang cenderung lunak dibanding daerah yang mempunyai material penyusun batuan vulkanik, beku. Kerawanan gempa diakibatkan adanya tiga faktor akumulasi kegempaan yaitu berada pada jalur sesar, aktivitas gunungapi, serta kemiringan lereng yang curam. Sifat fisik batuan cenderung masif dengan morfometri curam – sangat curam, kawasan ini cenderung memiliki kerusakan parah untuk segala bangunan dan terutama yang berada pada jalur sepanjang zona sesar.

5.3.3. *Back Arc Basin*

Back Arc Basin merupakan cekungan yang berada di belakang busur *Magmatic Arc*. Material penyusun litologi umumnya batuan sedimen hasil transport dari berbagai sumber. Tatanan tektonik cenderung stabil karena jauh dengan zona subduksi dan aktivitas vulkanisme, morfometri dari datar hingga curam. Penyusun litologi terdiri dari batuan sedimen klastik yang terbentuk karena adanya *rework*, batuan sedimen karbonat dan batuan sedimen klastika gunung api yang mengalami transportasi. Berdasarkan zonasinya *Back Arc Basin* merupakan daerah yang jauh dari daerah sesar utama yang rentan terhadap getaran gempa, kondisi daerah yang cenderung landai akibat adanya penurunan dataran pada wilayah timur yang disebabkan pengangkatan jalur orogenesis gunung api. Intensitas kegempaan cenderung kecil dengan *range* jarang – sedang seperti yang terlihat pada peta kelerengan dan zonasi gempa tahun 1985 – 2014 Daerah Sumatera Bagian Selatan (Gambar 5.11).

. Kerusakan yang ditimbulkan berupa rusaknya bangunan yang memiliki konstruksi sederhana.

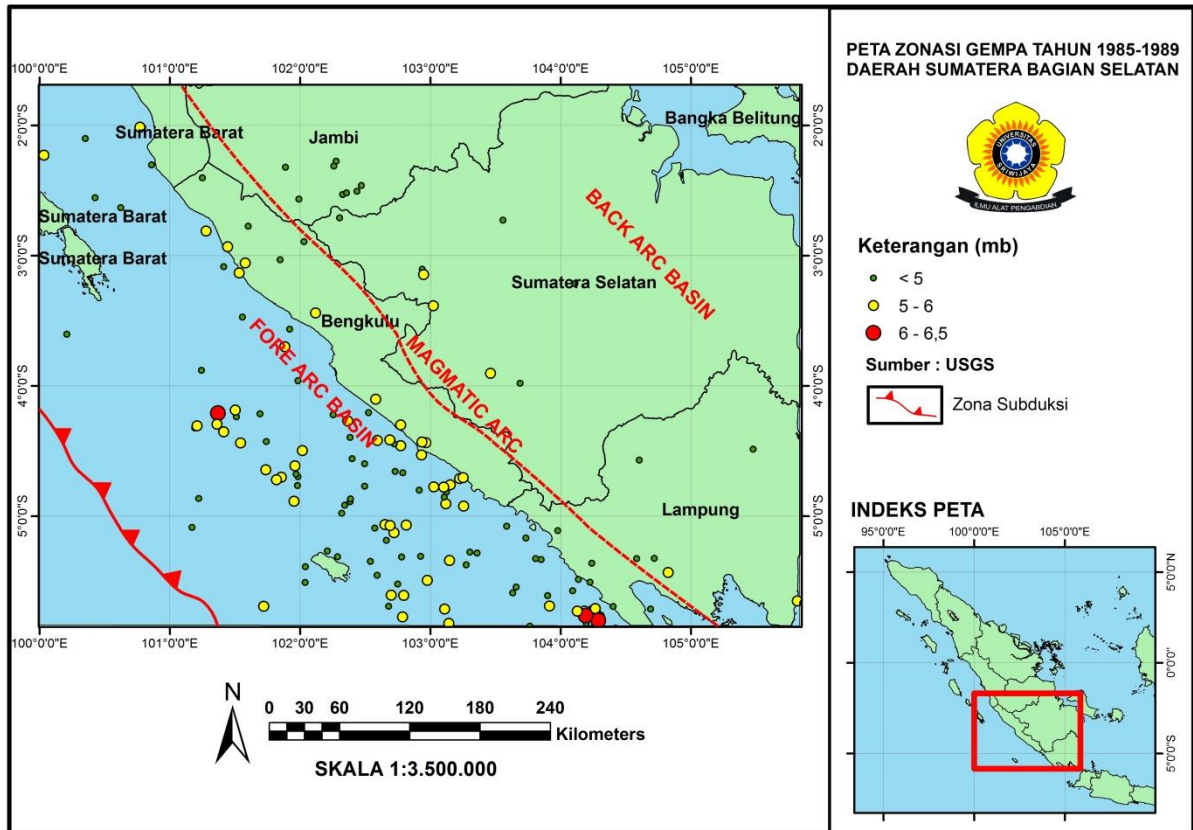


Gambar 5.11. Peta Kelerengan dan Zonasi Gempa tahun 1985 – 2014 Daerah Sumatera Selatan dan Sekitarnya

5.4. Sebaran atau zonasi Gempa pada Sumatera Bagian Selatan

5.4.1. Zonasi Gempa tahun 1985 – 1989

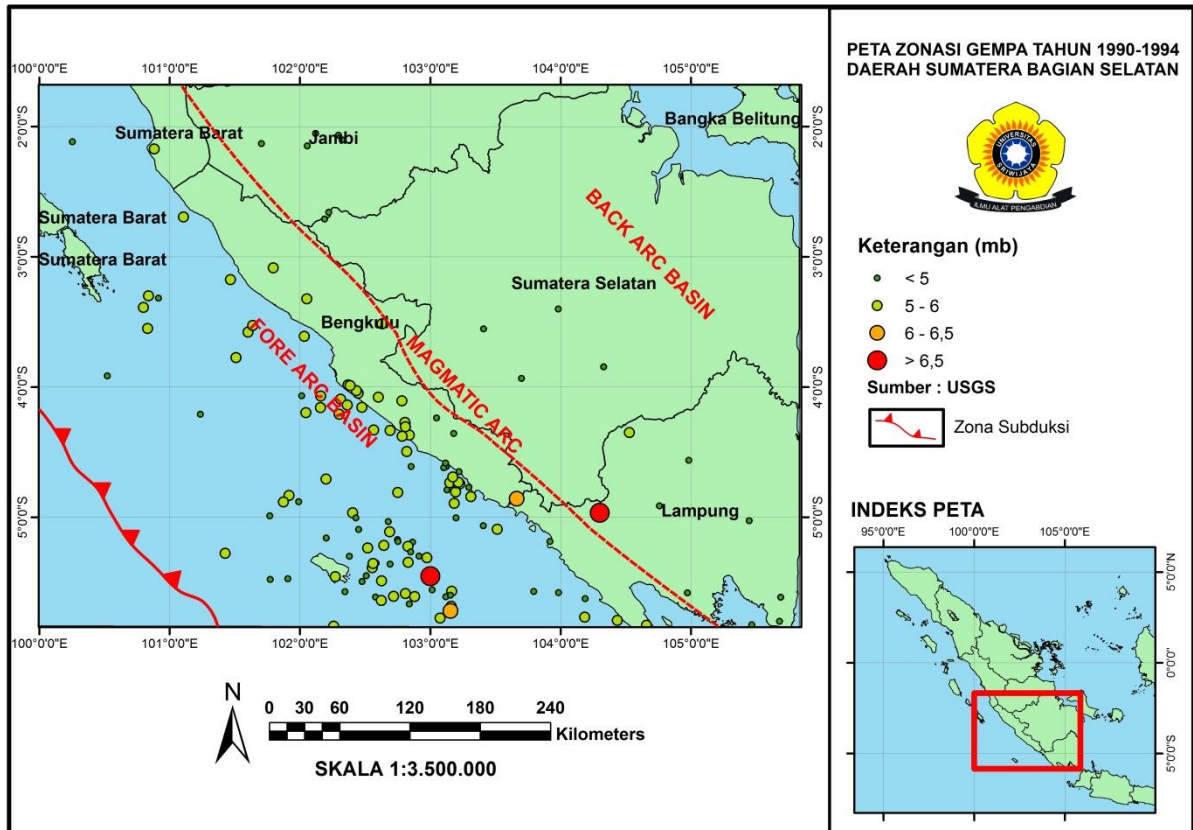
Pada tahun 1985 – 1989, arah perzonasi gempa pada wilayah sumbagsel berada pada barat daya dari Sumatera Barat hingga Lampung dengan kekuatan gempa berkisar 3,5 – 6,5 mb (Gambar 5.12). Kekuatan gempa pada selatan dari Sumatera Barat cenderung lebih rendah dan kecil dibanding pada selatan Bengkulu. Pada barat barat daya Lampung terdapat beberapa kali aktivitas gempa yang dekat dengan garis pantai dengan kekuatan 6 – 6,5 mb yang dapat berpotensi tsunami. *Fore arc basin* merupakan wilayah dengan perzonasi gempa yang relatif tinggi dibanding dengan *magmaic arc* dan *back arc basin*.



Gambar 5.12. Peta Zonasi Gempa tahun 1985 – 1989 Daerah Sumatera Selatan dan Sekitarnya

5.4.2. Zonasi Gempa tahun 1990 – 1994

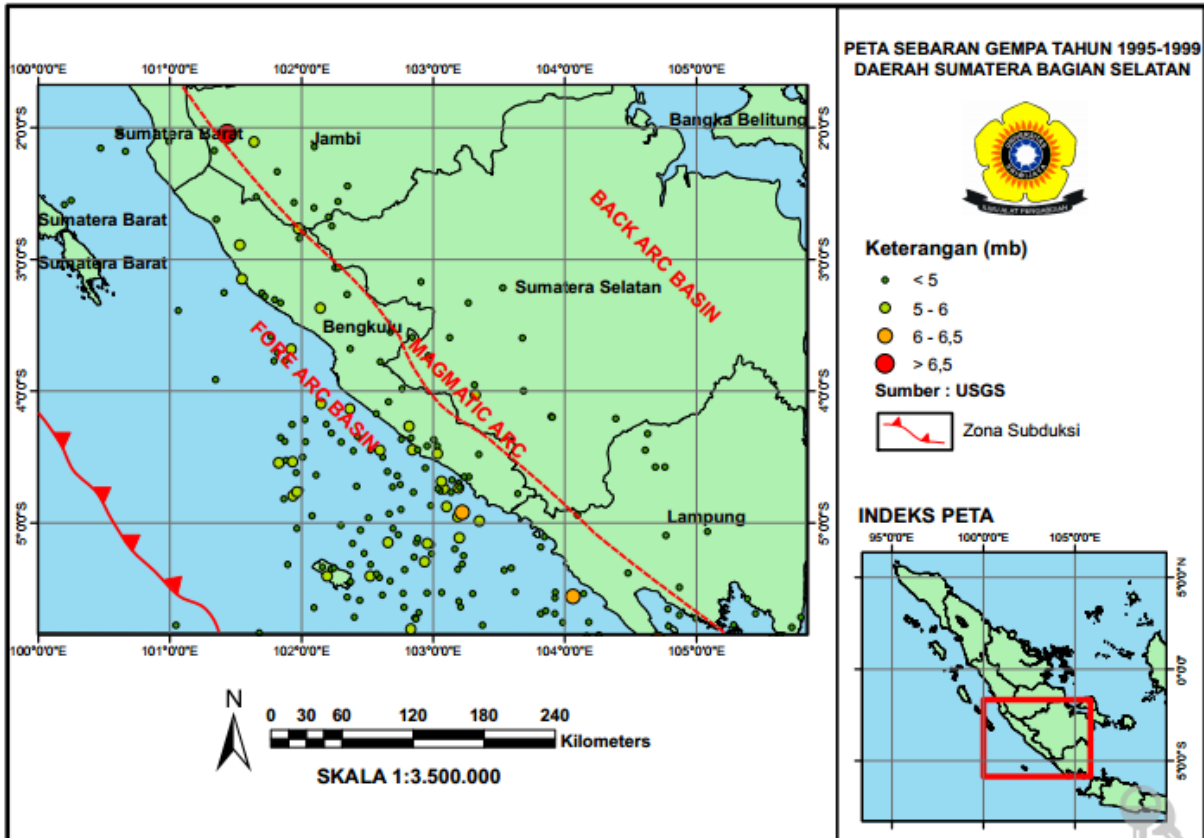
Pada tahun 1990 – 1994, intensitas gempa lebih berpusat pada selatan Bengkulu dimana pada daerah barat daya wilayah Sumatera Barat cenderung berkurang aktivitas kegempaan. Terdapat beberapa kekuatan gempa yang berpusat pada wilayah tertentu, pergerakan gempa cenderung bergerak ke selatan dan mendekati garis pantai. Kekuatan gempa paling banyak terjadi pada 5 – 6 mb, potensi untuk terjadi tsunami rendah karena *epicenter* jauh dari garis pantai (Gambar 5.13).



Gambar 5.13. Peta Zonasi Gempa tahun 1990 – 1994 Daerah Sumatera Selatan dan Sekitarnya

5.4.3. Zonasi Gempa tahun 1995 – 1999

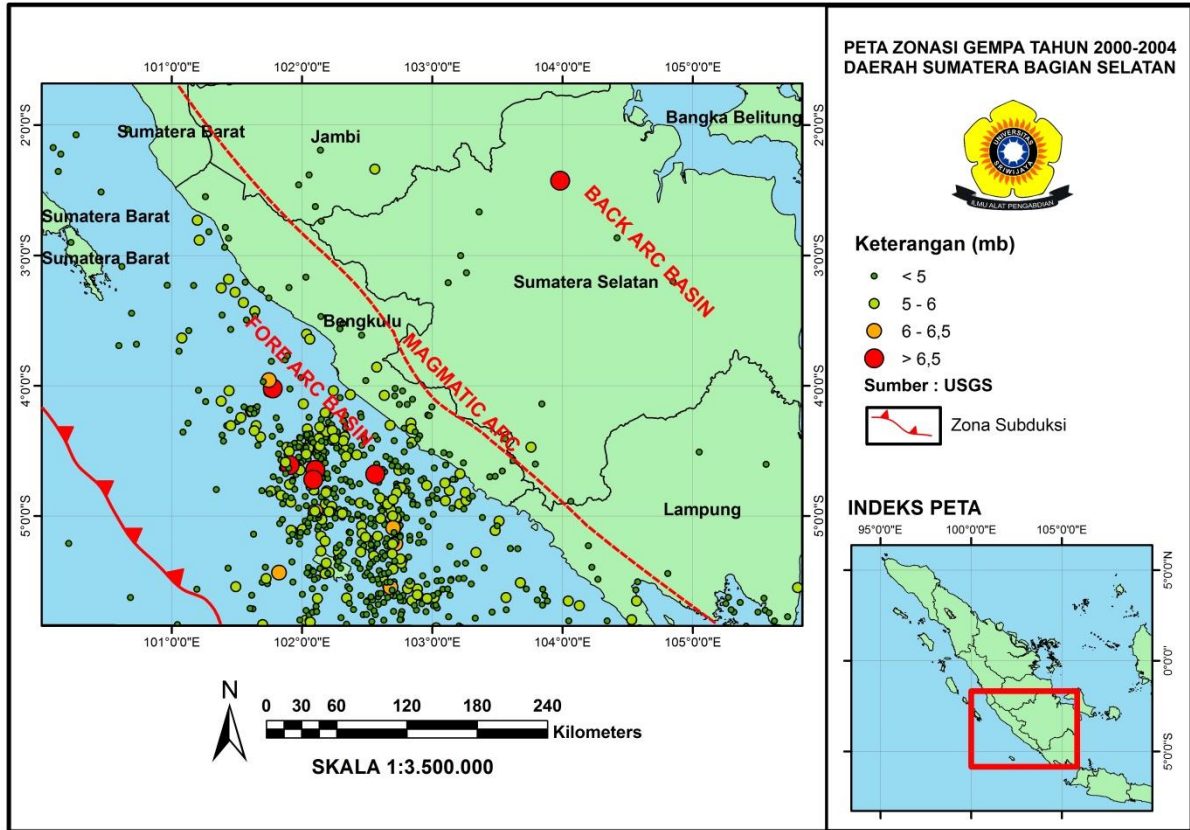
Pada tahun 1995 – 1999, intensitas kegempaan cenderung meningkat dimana aktivitas kegempaan cenderung berpusat pada selatan dari Bengkulu. Pergerakan dari Sesar Semangko menyebabkan terjadinya peningkatan aktivitas gempa pada daerah *Magmatic arc* dengan skala kekuatan gempa <5 mb. Pada daerah Sumatera Barat terdapat gempa dengan kekuatan gempa > 6,5 mb yang terjadi akibat adanya peningkatan pergeseran sesar dan aktivitas vulkanisme. Aktivitas gempa paling banyak terjadi pada daerah *Fore arc basin* kemudian pada *Magmatic arc*. Pada *Back arc basin* cenderung tidak mengalami aktivitas kegempaan.



Gambar 5.14. Peta Zonasi Gempa tahun 1995 – 1999 Daerah Sumatera Selatan dan Sekitarnya

5.4.4. Zonasi Gempa tahun 2000 – 2004

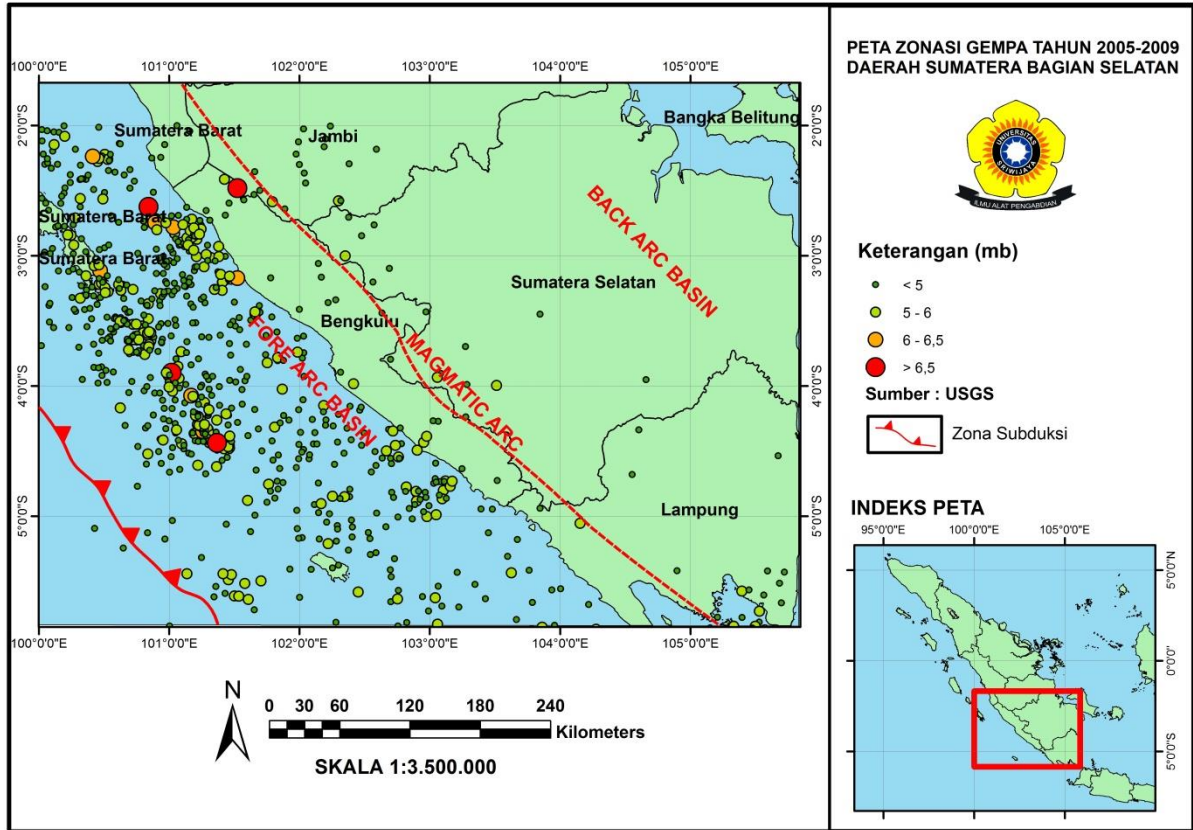
Pada tahun 2000 – 2004, intensitas kegempaan semakin meningkat dibanding periode 1985 – 1999. Kekuatan gempa berpusat pada selatan bengkulu dengan radius yang cukup luas dan intensitas yang tinggi, pada wilayah Sumatera Barat aktivitas kegempaan kekuatan gempa cenderung menurun. Terdapat beberapa epicenter dengan kekuatan gempa $> 6,5$ mb dapat berpotensi menimbulkan tsunami (Gambar 5.15). Kekuatan gempa berkisar antara 3,5 – 6 mb yang paling banyak terjadi pada wilayah *Fore arc basin*, pada *Magmatic arc* aktivitas kegempaan cenderung melemah. Pada *Back arc basin* merupakan daerah terlemah dari kekuatan gempa yang dihasilkan tetapi terdapat anomali dimana terdapat titik gempa dengan kekuatan 7,3 mb dengan kedalaman gempa kurang lebih 500 km, efek yang ditimbulkan tidak mempengaruhi pada permukaan.



Gambar 5.15. Peta Zonasi Gempa tahun 2000 – 2004 Daerah Sumatera Selatan dan Sekitarnya

5.4.5. Zonasi Gempa tahun 2005 – 2009

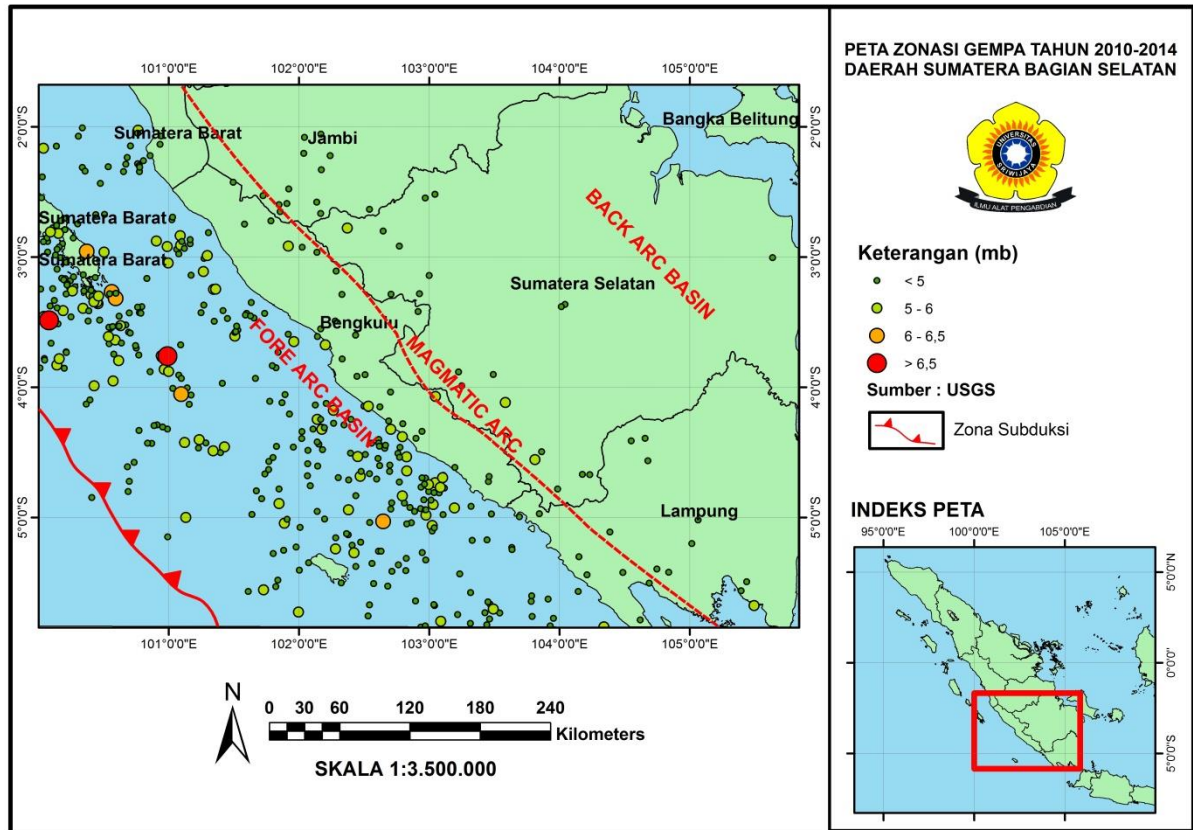
Pada tahun 2005 – 2009, perZonasi gempa bergerak kearah barat laut. Zonasi gempa dengan intensitas tinggi berada pada selatan Sumatera Barat dan barat bengkulu seperti yang tergambar pada Peta Zonasi Gempa tahun 2005 – 2009 Daerah Sumatera Selatan dan Sekitarnya (Gambar 5.16), serta arah dari Zonasi gempa cenderung menjauhi dari garis pantai Pulau Sumatera. Radius kegempaan memiliki cakupan yang luas dimana terdapat beberapa pusat dari titik – titik kegempaan yang menandakan aktivitas lempeng mengalami peningkatan pergeseran sehingga intensitas kegempaan semakin meningkat. Kekuatan gempa berkisar 3,5 – 6 mb, dengan beberapa titik gempa > 6,5 mb pada selatan Sumatera Barat yang berpotensi besar untuk menimbulkan tsunami.



Gambar 5.16. Peta Zonasi Gempa tahun 2005 – 2009 Daerah Sumatera Selatan dan Sekitarnya

5.4.6. Zonasi Gempa tahun 2010 – 2014

Pada tahun 2010 – 2014 (Gambar 5.17), intensitas kegempaan cenderung melemah dibanding pada tahun 2005 – 2009, tetapi termasuk intensitas yang tinggi dibanding periode 1985 – 2009. Zonasi gempa berada pada dua pusat yang berbeda yaitu pada daerah barat daya Sumatera Barat dan selatan Bengkulu. Kekuatan gempa berkisar 3,5 – 6 mb dan terdapat beberapa titik gempa dengan kekuatan 6 – 7 mb.

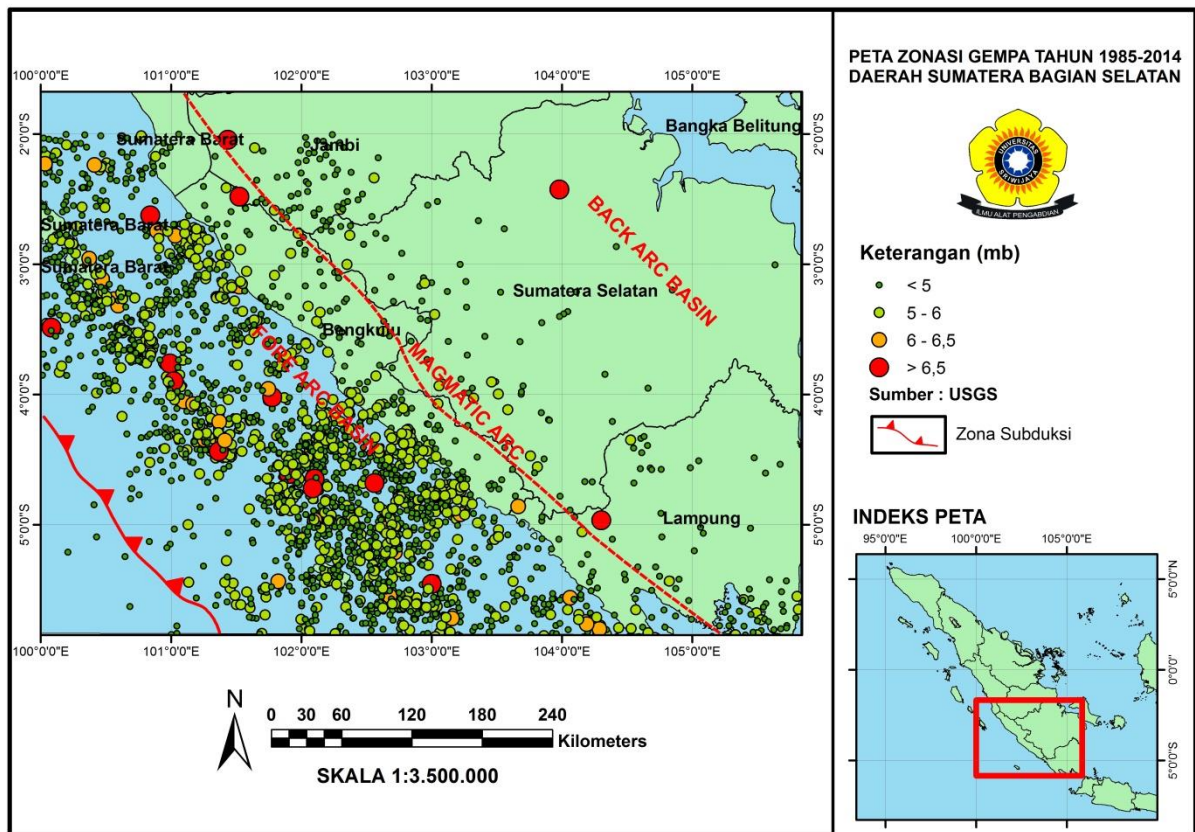


Gambar 5.17. Peta Zonasi Gempa tahun 2010 – 2014 Daerah Sumatera Selatan dan Sekitarnya

5.4.7. Aktifitas Gempa tahun 1985 – 2014

Umumnya apabila dilihat dari intensitasnya kegempaan cenderung meningkat pada tahun – tahun sebelumnya dan beberapa kali mengalami penurunan kegempaan. Aktivitas kegempaan yang terekam dari tahun 1985-2014 digambarkan pada Peta Zonasi Gempa tahun 1985 – 2014 Daerah Sumatera Selatan dan Sekitarnya (Gambar 5.18). Aktivitas peningkatan intensitas kegempaan terjadi akibat adanya peningkatan pergeseran lempeng – lempeng yang mengalami perubahan kecepatan pergerakan. Pergerakan dari pusat gempa yang awalnya bergerak ke tenggara menunjukkan arah pergeseran dari tunjaman lempeng Indo – Australia dan Eurasia, kemudian pada tahun 2005 – 2009 pergeseran lempeng berarah barat laut. Perubahan dari radius pusat kegempaan terjadi karena adanya daerah yang mempunyai titik fokus yang berbeda. Beberapa daerah yang menjadi rawan gempa umumnya berada dekat dengan garis pantai barat Pulau Sumatera, terdapat beberapa kali potensi tsunami dimana terdapat aktivitas kegempaan yang berada dalam radius yang sempit dengan intensitas kegempaan yang tinggi.

Pada daerah sekitar jalur *magmatic arc* dan sesar semangko juga memiliki tingkat kewaspadaan pada aktivitas kegempaan tetapi cenderung lebih rendah dibanding daerah *Fore arc basin*. Kegempaan yang terjadi pada *Magmatic arc* diakibatkan adanya pergerakan sesar dan aktivitas vulkanisme. *Back arc basin* merupakan daerah yang memiliki aktivitas kegempaan paling rendah dan intensitas kegempaan yang kecil karena berada jauh pada zona subduksi dan wilayah kegunung apian.



Gambar 5.18. Peta Zonasi Gempa tahun 1985 – 2014 Daerah Sumatera Selatan dan Sekitarnya

5.5. Tipologi Gempa Sumatera Bagian Selatan

5.5.1. Daerah *Fore arc basin*

Tabel 5.1. Tipologi gempa daerah *Fore arc basin*

GEOLOGI (SIFAT FISIK & KETEKNIKAN BATUAN)	KELAS INFORMASI			NILAI	SKOR	TIPOLOGI
LITOLOGI :	Batupasir, Tufa kasar, Batulanau, Arkose, Greywacke, Batugamping, Batuan Gn Api, Andesite, Basal, Diabas, Alluvium & Pantai			1b	48	C
KEMIRINGAN LERENG	Miring - Agak Curam (7 - 30 %)			2b		
KEGEMPAAN	MMI	α	Richter	3d		
	IX, X, XI, XII	> 0,30 g	> 6,5.			
STRUKTUR GEOLOGI	Pada zona sesar (< 100 m dari zona sesar)			4c		

Berdasarkan tabel 5.1 di atas kawasan rawan gempa daerah penunjaman lempeng (*fore arc*) memiliki tipologi C dengan kawasan Laut dangkal - pantai dataran rendah, daerah ini memiliki potensi kejadian gempa yang tinggi, kombinasi daerah tersebut berada pada sesar aktif Mentawai, dengan litologi Batupasir, Tufa kasar, Batulanau, Arkose, Greywacke, Batugamping, Batuan Gn Api, Andesite, Basal, Diabas, Alluvium & Pantai memiliki sifat fisik batuan yang lemah - menengah, kemiringan lereng yang miring - agak curam (7 - 30%), serta potensi kegempaan yang sangat tinggi dengan kekuatan >6,5 mb, sehingga kawasan ini apabila terjadi gempa akan mengalami kerusakan yang parah, berupa keruntuhan bangunan dengan konstruksi beton, kerusan pipa - pipa dalam tanah, rel kereta api rusak berat, keluarnya air kolam, sungai, dan danau, kerusakan terberat berada pada jalur sepanjang zona sesar. Kawasan rawan gempa bumi tipologi C tidak boleh dilakukan kegiatan penambangan, karena syarat - syarat tingkat kerentanan yang harus dipenuhi pada kawasan rawan gempa bumi tipologi ini memiliki tingkat kerentanan yang sangat tinggi.

5.5.2. Daerah *Magmatic arc*

Tabel 5.2. Tipologi gempa daerah *Magmatic arc*

GEOLOGI (SIFAT FISIK & KETEKNIKAN BATUAN)	KELAS INFORMASI			NILAI	SKOR	TIPOLOGI
LITOLOGI :	Andesite, Granit, Diorite, Granodiorite, Metamorf, Breksi Vulkanik, Aglomerate, Breksi Sedimen, Konglomerate, Tuff berubah, Syenite			1a	38	B
KEMIRINGAN LERENG :	Miring - Agak Curam (7 - 30 %)			2c		
	Curam - Sangat Curam (30 - 140 %)					
	Terjal (>140 %)					
KEGEMPAAN :	MMI	α	Richter	3b		
	VI, VII	0,05 - 0,15 g	5 - 6.			
STRUKTUR GEOLOGI :	Pada Zona Sesar (< 100 m dari Zona Sesar)			4c		

Berdasarkan tabel 5.2 di atas, dapat dilihat bahwa kawasan rawan gempa daerah *magmatic arc* memiliki tipologi kawasan rawan gempa B dengan mencakupi kawasan dataran tinggi - pegunungan, daerah yang merupakan produk dari hasil subduksi memiliki potensi kejadian gempa yang cukup tinggi, faktor pendukung penyebab dari potensi gempa bumi ini ialah memiliki intensitas gempa yang cukup tinggi hingga kekuatan 5 - 6 mb, litologi Andesite, Granit, Diorite, Granodiorite, Metamorf, Breksi Vulkanik, Aglomerate, Breksi Sedimen, Konglomerate, Tuff berubah, dan Syenite dengan sifat fisik batuan menengah - tinggi, kemiringan lereng dari miring - terjal, serta daerah *magmatic arc* terjadi pada zona sesar besar Semangko, sehingga kawasan ini cenderung dapat mengalami kerusakan yang cukup parah terutama untuk bangunan dengan konstruksi sederhana. Daerah tipologi B selain memiliki potensi gempa yang cukup tinggi, daerah *magmatic arc* juga banyak terdapat gunung api aktif sehingga sangat memungkinkan terkanda awan panas, aliran lahar dan lava, lontaran atau guguran batu pijar, hujan abu lebat, hujan lumpur (panas), aliran panas dan gas

beracun, serta kawasan ini memiliki tingkat resiko sedang (berjarak cukup dekat dengan sumber letusan, dan resiko manusia dalam menyelamatkan diri pada saat letusan cukup sulit.

5.5.3. Daerah *Back arc*

Tabel 5.3. Tipologi gempa daerah *Back arc*

GEOLOGI (SIFAT FISIK & KETEKNIKAN BATUAN)	KELAS INFORMASI			NILAI	SKOR	TIPOLOGI
LITOLOGI :	Lempung, Lumpur, Lempung organik, Gambut, Batubara,			1d	28	A
KEMIRINGAN LERENG :	Datar - Landai (0 - 7 %)			2a		
KEGEMPAAN :	MMI	α	Ric hter	3a		
	I, II, III, IV, V	< 0,05 g	< 5			
STRUKTUR GEOLOGI :	Dekat dengan zona sesar (100 - 1000 m dari zona sesar)			4b		

Dari tabel kawasan rawan gempa daerah *back arc* diatas, daerah ini termasuk dalam tipologi A dengan mencakupi kawasan dataran tinggi - daerah berawa, memiliki potensi kejadian gempa yang sedang, kawasan ini memiliki sifat fisik batuan rendah dengan litologi Lempung, Lumpur, Lempung organik, Gambut, Batubara yang merupakan hasil pengendapan, memiliki kemiringan lereng yang datar - landai (0 - 7%), daerah ini berlokasi jauh dari daerah sesar besar (Metawai dan Semangko) sehingga tidak cukup rentan terhadap getaran gempa, dengan adanya kombinasi saling melemahkan dari faktor dominan yang berpotensi merusak, faktor kegempaan di daerah ini memiliki kekuatan < 5 mb, pada kawasan rawan gempa tipe A untuk kawasan perkotaan dapat juga dikembangkan kegiatan perdagangan dan perkantoran, pemukiman, hutan kota, pariwisata serta industri dengan tingkat kerentanan rendah.

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 gravitasi. 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 (Edwiza D. dan Novita S., 2008).

Sulaiman (1971) menyebutkan bahwa proses kerja gaya yang mengenai bangunan akan mempengaruhi pergerakan bangunan yang dibedakan menjadi :

- a. Gempabumi akan melepaskan energi gelombang yang dapat menjalar di permukaan 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.
- b. 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.

Sehingga berdasarkan klasifikasi tersebut dapat membantu memberikan acuan dalam pembuatan bangunan untuk daerah yang rawan gempa.

KESIMPULAN

1. Gempa yang terjadi di Indonesia dipengaruhi oleh seting tektonik lempengnya baik tektonik maupun volkanik
2. Kawasan rawan gempa daerah penujaman lempeng (*fore arc*) memiliki tipologi C dengan kawasan Laut dangkal - pantai dataran rendah, daerah ini memiliki potensi kejadian gempa yang tinggi, kombinasi daerah tersebut berada pada sesar aktif Mentawai
3. Kawasan rawan gempa daerah *magmatic arc* memiliki tipologi kawasan rawan gempa B dengan mencakupi kawasan dataran tinggi - pegunungan, daerah yang merupakan produk dari hasil subduksi memiliki potensi kejadian gempa yang cukup tinggi, faktor pendukung penyebab dari potensi gempa bumi ini ialah memiliki intensitas gempa yang cukup tinggi hingga kekuatan 5 - 6 mb
4. Kawasan rawan gempa daerah *back arc* diatas, daerah ini termasuk dalam tipologi A dengan mencakupi kawasan dataran tinggi - daerah berawa, memiliki potensi kejadian gempa yang sedang, kawasan ini memiliki sifat fisik batuan rendah dengan litologi Lempung, Lumpur, Lempung organik, Gambut, Batubara.

DAFTAR PUSTAKA

- Curry, JR.; Emmel, FJ.; Moore, DG; & Railt, RW. 1979. Structure, tectonics and geological history of the northern Indian Ocean. *Ocean Basins and Margins*, vol. 6, the Indian Ocean (eds. AEM Nairn & F. Stehli), p 399 – 450. Plenum Press New York.
- Edwiza, D. dan Novita, S. 2008. Pemetaan Percepatan Tanah Maksimum dan Intensitas Sismik Kota Padang Panjang menggunakan Metode Kanai. *Jurnal Unand* No. 29 Vol.2 Thn. XV April 2008 ISSN: 0854-8471.
- Danoedoro, P. 2012. Pengantar penginderaan jauh digital. Penerbit Andi Jogjakarta
- Eddy Prahasta. 2009. Sistem informasi geografis: konsep-konsep dasar. Penerbit Informatika, Bandung
- Elifas, JD. 1989. Geologi Kuartar Kaitannya dengan Gerakan tanah sebagai salah satu bencana alam yang menonjol di Indonesia. *Prosiding Geologi Kuartar Kaitannya dengan Bencana Alam*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung. No.8: 151 – 161.
- Fitch, R.T., 1972, Plate Convergence, Transcurrent Fault and Internal Deformation Adjacent to Southeast Asia and The Western Pacific. *Journal of Geophysical Research*, Vol.77. NO.23.
- Gafoer, S.; Amin, TC.; dan Pardede, R. 1994. Peta Geologi Lembar Baturaja, Sumatera Selatan. Direktorat Geologi Bandung.
- Hamilton, W. 1979. Tectonic of the Indonesian Region. Geological Survey Prof. Paper 1078.
- Natawidjaja, D.H., 2003, Neotectonics of the Sumatran Fault and paleogeodesy of the Sumatran subduction zone.
- Oman Abdurrahman Priatna. 2011. Hidup diatas tiga lempeng : Gunung api dan bencana geologi. Penerbit Badan Geologi.
- Prawirodirdjo, L., 2000, A geodetic study of Sumatra and the Indonesian region: Kinematics and crustal deformation from GPS and triangulation, University of California, San Diego, San Diego.
- Pulunggono, A. dan Cameron, N.R., 1984, Sumatran Microplates, Their Characteristics and Their Role in the Evolution of the Central and South Sumatra Basins, *Proceedings Indonesian Petroleum Association (IPA) 13th Annual Convention*, hlm. 121-143.
- Sampurno. 1989. Geologi Kuartar dan Bencana Alam. *Prosiding Geologi Kuartar dan Pengembangan Wilayah*. P3G. Bandung, No. 10, hal. 11 – 15.
- Soeriatmadja, RE. 1989. Pengembangan Analisis Resiko Bencana Alam sebagai Bagian dari PP29/1986, tentang AMDAL. *Prosiding Geologi Kuartar dan Pengembangan Wilayah P3G*. Bandung, No.10, hal. 16 – 23
- Sudrajat, A. 1989. Forecasting and mitigation of geologic hazard in Indonesia. *Prosiding Geologi Kuartar dan Pengembangan Wilayah P3G*. Bandung, No.8, hal. 24 – 40
- Van Bemmelen, RW. 1949. *The Geology of Indonesia*, Vol. IA. General Geology.