

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

LAPORAN PENELITIAN DIPA



TANGGAL	13 Mei 2009
HALAMAN	10
KETERANGAN	K1
NO. DAFTAR	189/Hd/2009-Si(C)
NO. URUT	551.22 Razi S.

Earthquakes

SIMULASI POLA PENYUSUPAN LEMPENG INDO-AUSTRALIA KE LEMPENG EURASIA SERTA PERUBAHAN MORFOLOGI PERMUKAAN BUMI DI PANTAI BARAT SUMATERA BARAT

Oleh :

Pakhrur Razi, S.Pd, M.Si (NIP. 132 320 639)
Nofi Yendri Sudiar (NIP. 132 319 804)
Drs. Gusnedi, M.Si (NIP. 131 668 035)

Dihayai DIPA UNP
Nomor : 0192.0/023-04.0/III/2007
Tanggal : 31 Desember 2006
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi
Departemen Pendidikan Nasional

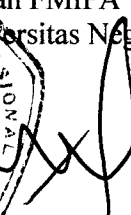
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2007

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN

1. Judul : Simulasi Pola Penyusupan Lempeng Indo-Australia ke Lempeng Eurasia serta Perubahan Morfologi Permukaan Bumi di Pantai Barat Sumatera Barat
2. Bidang Ilmu Penelitian : Fisika Komputasi dan Fisika Bumi
3. Ketua Peneliti :
 - a. Nama Lengkap : **Pakhrur Razi, S.Pd, M.Si**
 - b. Jenis Kelamin : Laki-Laki
 - c. N I P : 132 320 639
 - d. Pangkat/Golongan : Asisten Ahli /III.a
 - d. Jabatan : Dosen
 - e. Fakultas / Jurusan : FMIPA / Jurusan Fisika
4. Jumlah Tim : 4 Orang
5. Lokasi Kegiatan : Laboratorium Fisika Komputasi
Fisika FMIPA UNP
6. Waktu Program : 8 Bulan
7. Belanja : **Rp. 5.000.000.-**

Padang, 29 Nopember 2007

Mengetahui :

Dekan FMIPA
Universitas Negeri Padang,

Drs. H. Asrul, M.A
NIP. 130 526 481

Ketua Pelaksana



Pakhrur Razi, S.Pd, M.Si
NIP. 132 320 639

Menyetujui :

Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Negeri Padang,



Prof. Dr. H. Anas Yasin, M.A
NIP. 130 365 634

ABSTRAK

Daerah pantai Barat Sumatera, khususnya Sumatera Barat merupakan daerah rawan akan terjadinya gempa bumi, karena di pantai Barat Sumatera terdapat daerah subduksi lempeng aktif yaitu lempeng Indo-Australia ke lempeng Eurasia, dengan sudut penujaman rata-rata $31,33^{\circ}$ dan kecepatan rata-rata 6-7 cm/th, serta daerah sesar yang terbentang sepanjang pulau Sumatera yang disebabkan oleh penujaman miring lempeng Indo-Australia ke Eurasia. Untuk melihat secara visual peristiwa tersebut dibuatlah simulasi penyusutan lempeng Indo-Australia ke Eurasia serta perubahan morfologi permukaan bumi setelah penyusutan tersebut, berdasarkan data hasil penelitian sebelumnya (Akmam,dkk), serta gambaran visual Natawijaya (2005) dari puslit Geoteknologi-LIPI Bandung. Simulasi ini dirancang menggunakan program grafis 3D max, google Earth, photoshop, pinnacle studio dan software pendukung lainnya sehingga hasil simulasi dipaket dalam sebuah CD.

Keyword : Simulasi Subduksi, subduksi pantai Barat Sumatera Barat

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Posisi batas pertemuan lempeng untuk setiap penampang	14
Tabel 2. Besar sudut, kecepatan dan kedalaman <i>subduksi</i> lempeng Indo-Australia ke lempeng Eurasia untuk setiap penampang	
• di pantai barat Sumatera Barat	15

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Lapisan Bumi	4
Gambar 2. Arah pergerakan lempeng saat ini (PVMBG)	4
Gambar 3. Pergerakan lempeng secara (a). <i>Konvergen</i> , (b) <i>Divergen</i> , (c) <i>Tranfrom</i>	5
Gambar 4. Ilustrasi arus konveksi dalam zat cair	6
Gambar 5. Arah pergerakan lempeng (LIPI : 2005)	7
Gambar 6. Zona Subduksi daerah pantai barat Sumatera (Natawijaya : 2004)	7
Gambar 7. Kondisi subduksi lempeng Indo-Australia ke lempeng Asia (Natawijaya, dkk: 2004)	8

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Pola penyusupan Indo-Australia ke Eurasia di Pantai Barat Sumatera Barat dari hasil penelitian Akmam dkk,	19
Lampiran 2. Bentuk simulasi penyusupan lempeng Indo-Australia ke Eurasia di Pantai Barat Sumatera Barat	20

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Bumi tempat tinggal kita mengalami perubahan secara dinamis untuk mencapai satu keseimbangan. Akibat proses-proses dari dalam bumi dan dari luar bumi, bumi membangun dirinya yang ditunjukkan dengan pergerakan kulit bumi, pembentukan gunung api, pengangkatan daerah dataran menjadi pegunungan yang merupakan bagian dari proses internal.

Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng/ kulit bumi aktif yaitu lempeng Indo-Australia di bagian selatan, lempeng Eurasia dibagian utara dan lempeng pasifik dibagian timur. Ketiga lempeng tersebut bergerak dan saling bertumbukan sehingga lempeng Indo-Australia menujam kebawah lempeng Eurasia dan menimbulkan gempa bumi, jalur gunung api dan sesar. Pergerakan lempeng ini dapat berupa saling menjauh (divergen), saling mendekat (konvergen) atau saling bergeser (transform).

Daerah di sebelah barat Sumatera pergerakan lempeng Indo-Australia dengan lempeng Eurasia bersifat konvergen, dimana lempeng Indo-Australia bergerak ke arah utara, ke arah bawah kepulauan Mentawai dan pulau Sumatera yang adalah lempeng benua atau disebut lempeng Eurasia. Pergerakan kedua lempeng ini menghasilkan daerah subduksi membentuk jalur-jalur gempa bumi. Pergerakan ini disebabkan oleh kegiatan magnetisme di daerah pemakanan samudera yang membentuk zona deformasi aktif sehingga pada daerah ini rawan terhadap gempa-gempa tektonik dan vulkanik.

Zona deformasi aktif yang terjadi di Sumatera merupakan salah satu fenomena yang disebabkan oleh pergerakan lempeng Indo-Australia kebawah lempeng Eurasia. Sifat deformasi aktif inilah yang membentuk pulau Sumatera dan pantai pesisir baratnya menjadi daerah rawan terhadap bencana gempa bumi dan tsunami.

Meihat kondisi tektonik Sumatera Barat dan pesisir pantai baratnya menjadikan Sumatera barat sebagai zona yang sangat kompleks. McCaffrey et. al. (1985) mengestimasi terdapatnya kerak benua sampai kedalaman (30-40) km dan adanya mekanisme pergerakan bidang sesar pada berbagai kedalaman pusat gempa di

sepanjang busur Sumatera. Kemudian Posavec et. al. (1973) mengungkapkan bahwa zona sesar Sumatera didominasi oleh pergerakan lateral secara terus menerus lempeng Indo-Australia ke lempeng Sumatera (lempeng Eurasia). Curray et. al. (1977) meramalkan bahwa zona *Benioff* yang terdapat di sepanjang busur Sumatera dapat berubah dengan cepat kedalamannya dan bentuknya (Akmam,dkk).

Sumatera Barat memiliki banyak sesar aktif, adanya sistem sesar tersebut, mengakibatkan Sumatera dan pesisir Baratnya mudah mengalami deformasi dan rawan terhadap gempa bumi dan tsunami. Mengacu kepada kondisi tersebut, wajarlah kiranya kalau kawasan Sumatera umumnya, Sumatera Barat khususnya merupakan daerah yang mempunyai aktifitas kegempaan yang cukup tinggi. Hal ini terbukti dengan banyaknya gempa yang terjadi di pulau Sumatera.

Karakteristik fisis sumber gempa bumi tektonik pada *zona subduksi* seperti di Sumatera Barat dan pantai baratnya dapat dipelajari melalui pola penyusupan lempeng Indo-Australia ke lempeng Eurasia, yang dapat dinyatakan dengan sudut penunjaman (sudut *subduksi*). Berdasarkan pola penunjaman lempeng dapat diestimasi (diprakirakan) bencana gempa bumi kedepan, sehingga resiko gempa bumi dapat diminimalkan (Akmam,dkk). Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Akmam dkk, perlu dibuat simulasi penunjaman (*subduksi*) lempeng Indo-Australia pada lempeng Eurasia di pantai Barat Sumatera Barat untuk mendapatkan gambaran visual dari peristiwa tersebut dan berguna untuk menentukan langkah-langkah antisipasi terhadap gempa bumi dan tsunami di pantai barat Sumatera Barat.

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan pendahuluan di atas, maka rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimanakah bentuk simulasi pola penyusupan lempeng Indo-Australia ke Lempeng Eurasia dan morfologi permukaan setelah penyusupan terjadi

C. BATASAN MASALAH

Mengingat keterbatasan waktu dan sarana pendukung lainnya, maka perlu dilakukan batasan masalah yaitu simulasi yang dirancang menggunakan data hasil

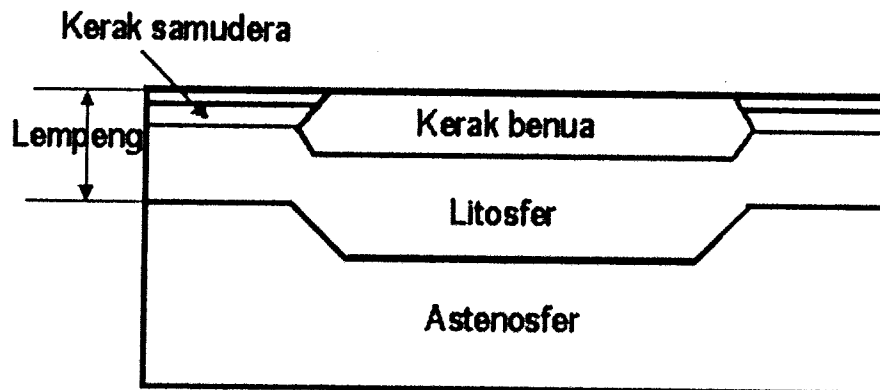
penelitian sebelumnya (Akmam, 2006) dan analisis geoteknologi LIPI tentang gempa di pantai barat Sumatera

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

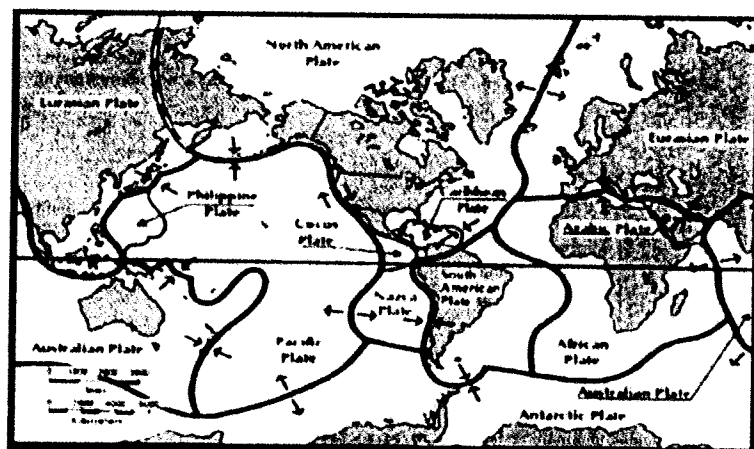
1. Kondisi Tektonik Lempeng

Menurut teori tektonik lempeng, permukaan bumi ini pada mulanya merupakan suatu kesatuan berupa benua besar (super continent) yang disebut Pangaea dan satu samudera luas yang disebut phantalase. Akibat adanya dinamika bumi dan aliran konveksi di lapisan asthenosfer super continent lama kelamaan terbagi atas kira-kira 20 pecahan besar yang disebut lempeng. Ketebalannya sekitar 70 km. Ketebalan lempeng kira-kira hampir sama dengan litosfer yang merupakan kulit terluar bumi yang padat. Litosfer terdiri dari kerak dan selubung atas



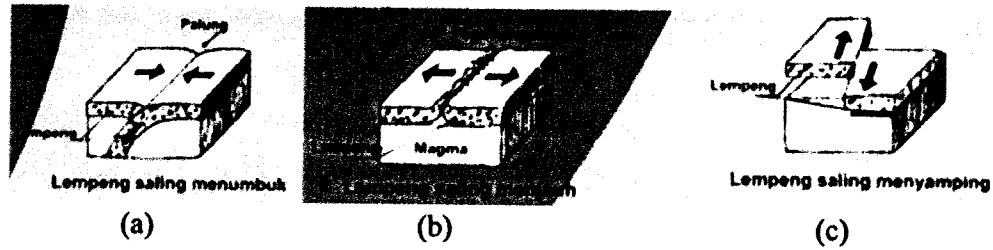
Gambar 1. Lapisan Bumi

Arah pergerakan lempeng-lempeng tersebut seperti pada Gambar 2



Gambar 2. Arah pergerakan lempeng saat ini (PVMBG)

Tanda panah menunjukkan arah pergeseran lempeng, akibat dari arah pergeseran yang tidak sama, maka dibatas-batas lempeng terjadilah interaksi antar lempeng yang dapat berupa saling menjauh (*divergen*), saling mendekat (*konvergen*) atau saling bergeser atau (*transform*).



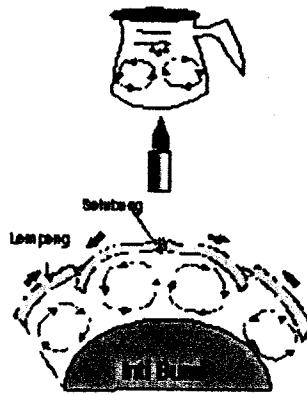
Gamabr 3. Pergerakan lempeng secara (a). *Konvergen*, (b) *Divergen*, (c) *Tranfrom*

Pertemuan lempeng yang saling bertumbukan (*konvergen*), menyebabkan satu lempeng meleok dan melengkung ke bawah lempeng yang lain, seperti diperlihatkan pada Gambar 3a. Pada daerah ini fenomena yang terjadi adalah lempeng samudra menujam kebawah lempeng benua, terbentuk palung laut dan deretan pegunungan aktivitas vulkanisme aktif dan daerah hyposentral gempa dangkal.

Pertemuan lempeng yang saling menjauh (*divergen*) mengakibatkan material dari *asthenosfer* terinjeksi ke atas, mendingin, mengeras dan membentuk lantai samudera baru seperti pada gambar 3b. penomena yang akan terjadi pada daerah tersebut adalah peregangan yang disertai pertumbukan kedua ujung lempeng, pembentukan tanggul samudera, aktivitas vulkanisme laut dalam dan aktivitas gempa laut dalam.

Pertemuan lempeng bergesekan (*Tranfrom*) ketika lempeng tersebut bergerak berlawanan arah seperti diperlihatkan pada Gambar 3c. Gejala pergeseran ini tampak pada tanggul dasar samudera yang tidak berkesinambungan melainkan terputus-putus, di daerah pertemuan ini terdapat vulkanisme yang lemah dan gempa yang tidak kuat.

Penyebab gerakan lempeng diilustrasikan seperti Gambar 4.



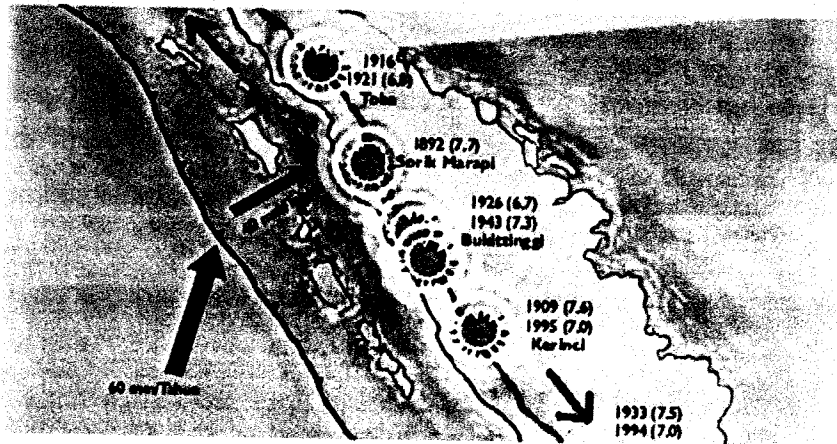
Gambar 4. Ilustrasi arus konveksi dalam zat cair

Arus konveksi memindahkan panas melalui zat cair atau gas. Gambar poci kopi menunjukkan dua arus konveksi dalam zat cair. Air yang dekat dengan api akan naik, saat dingin di permukaan air kembali turun. Para ilmuwan menduga arus konveksi dalam selubung itulah yang membuat lempeng-lempeng bergerak. Karena suhu selubung amat panas, bagian-bagian di selubung bisa mengalir seperti cairan yang tipis. Lempeng-lempeng itu bergerak seperti ban berjalan berukuran besar

2. Subduksi Lempeng Indo-Australia Eurasia

Subduksi lempeng merupakan tumbukan dua lempeng yaitu antara lempeng samudera dengan lempeng benua. Kedua lempeng bergerak saling menekantetapi lempeng samudera lebih aktif bergerak dari pada lempeng benua, sehingga terjadi pembengkokan pada lempeng samudera yang membentuk sudut subduksi yang kemudia menujam dan menyusup ke bawah lempeng benua.

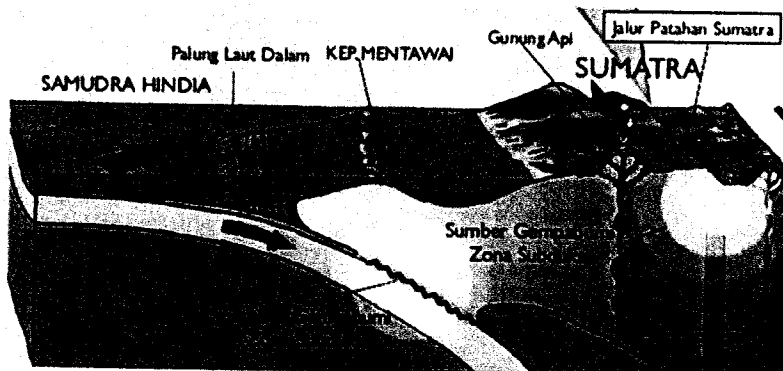
Pantai barat Sumatera merupakan daerah zona subduksi yaitu tempat pertemuan antara lempeng benua Eurasia dengan lempeng samudera Indo-Australia.



Gambar 5. Arah pergerakan lempeng (LIPI : 2005)

Gambar 5. memperlihatkan pergerakan lempeng Samudra Hindia bergerak ke arah dan menunjam ke bawah lempeng (benua) Sumatera, yang menghasilkan sesar Sumatera dan sesar Mentawai.

Pola penunjam lempeng untuk wilayah pantai barat Sumatera diperlihatkan seperti Gambar 6.



Gambar 6. Zona Subduksi daerah pantai barat Sumatera (Natawijaya : 2004)

Gambar 6. memperlihatkan bahwa lempeng Indo-Australia bergerak menuju dan menunjam ke lempeng Eurasia di depan pulau Sumatera. Bagian lempeng yang menunjam ke bawah kepulauan Mentawai, Nias dan Batu melekat pada batuan di atasnya, sehingga pergerakan ini memampatkan batuan di atasnya. Akumulasi tekanan ini akan meningkat dari waktu ke waktu sampai pada suatu saat melampaui daya rekat dua lempeng tersebut. Maka ibarat sebuah per pegas raksasa yang sudah ditekan maksimal dan kemudian dilepaskan, Kepulauan Mentawai akan terpelekat ke atas dan ke arah luar secara tiba-tiba menimbulkan guncangan bumi yang sangat keras, yaitu gempa bumi yang terjadi pada zona subduksi

Lempeng samudra ini menabrak Sumatera agak miring, sehingga menyebabkan ada tekanan yang mendorong daerah Sumatera ke arah utara. Dorongan ke utara ini tidak bisa diserap oleh zona subduksi dan Kepulauan Mentawai, tapi harus ditanggung oleh sebuah jalur patahan besar di sepanjang Pegunungan Bukit Barisan Sumatera yang disebut Patahan (besar) Sumatera. Sama halnya dengan zona subduksi, Patahan Sumatera menahan tekanan lempeng dari hari ke hari sampai melampaui kekuatan batuan yang merekatkan bumi di barat dan timur jalur patahan ini. Pada saat itulah terjadi gempa besar dimana akumulasi tekanan akan dilepaskan tiba-tiba menyebabkan bumi di bagian barat bergerak tiba-tiba ke arah utara dan yang di bagian timur bergerak ke arah selatan. (Natawijaya : 2005)

Kecepatan pergerakan lempeng Indo-Australia ke Lempeng Eurasia dekat pulau Sumatera dan Mentawai seperti diperlihatkan Gambar 7



Gambar 7. Kondisi subduksi lempeng Indo-Australia ke lempeng Asia (Natawijaya, dkk: 2004)

Gambar 7, memperlihatkan bahwa di Pesisir Barat Sumatera banyak terdapat sesar (patahan) naik (thrust fault) yang juga mungkin bercampur dengan gerakan “Sea floor spreading” (bukaan, rengkahan lantai samudra) di Andaman yang berlanjut menjadi sesar (Natawidjaya: 1995, McCann : 1987). Penjelasan ini diperkuat oleh Diament, et. al, (1992), menyatakan bahwa *the geodynamic evolution of the western part of the Sunda arc is controlled by the change from frontal subduction of the Indo-Australian plate along Java to oblique subduction along Sumatra*. Selanjutnya, Le Pichon (1984), McCann (1987) menjelaskan bahwa gaya-gaya pengontrol pergerakan tergantung kepada variasi kedalaman zone Bienioff dan kedalaman penetrasi zona

penyusupan(Akmam, dkk : 2006). Kondisi ini memperlihatkan bahwa sumber gempa bumi di Sumatera umumnya adalah patahnya pertemuan lempeng-lempeng yang biasa disebut dengan zona subduksi aktif di daratan Sumatera dan samudera Hindia.

3. Simulasi Pola Penyusupan Lempeng

Simulasi adalah proses yang diperlukan untuk operasionalisasi model, atau penanganan model untuk meniru tingkah-laku sistem yang sesungguhnya. Banks (1998) Simulasi adalah tiruan dari proses dunia nyata atau sistem. Simulasi menyangkut pembangkitan proses serta pengamatan dari proses untuk menarik kesimpulan dari sistem yang diwakili. Jadi simulasi mempelajari atau memprediksi sesuatu yang belum terjadi dengan cara membuat model sistem yang dipelajari, pada penelitian ini model yang dibuat berdasarkan hasil penelitian sebelumnya.

Model adalah contoh sederhana dari sistem dan menyerupai sifat-sifat sistem yang dipertimbangkan, tetapi tidak sama dengan sistem. Penyederhanaan dari sistem sangat penting agar dapat dipelajari secara seksama. Model dikembangkan dengan tujuan untuk studi tingkah-laku sistem melalui analisis rinci akan komponen atau unsur dan proses utama yang menyusun sistem dan interaksinya antara satu dengan yang lain. Jadi pengembangan model adalah suatu pendekatan yang tersedia untuk mendapatkan pengetahuan yang layak akan sistem. Model berperan penting dalam pengembangan teori karena berfungsi sebagai konsep dasar yang menata rangkaian aturan yang digunakan untuk menggambarkan sistem. Hawking (1993) bahwa *a theory is just a model of the universe....., and a set of rules that relate quantities in the model to observations A theory is a good theory if it satisfies two requirements: It must accurately describe a large class of observations on the basis of a model, and it must make definite predictions about the results of future observations*

Model dibedakan menjadi dua yaitu model fisik dan model matematis. Model fisik menggambarkan keadaan sistem yang didasarkan pada asumsi tentang hubungan antar parameter fisis, seperti pernyataan Turcotte (1982) yang memodelkan kerak bumi diibaratkan sebagai sebuah rakit yang sangat kuat dan relatif dingin mengapung di atas astenosfer yang liat dan sangat panas. Seperti pada gambar (4), arus konveksi memindahkan panas melalui zat cair atau gas. Para ilmuwan menduga arus konveksi dalam selubung itulah yang membuat lempeng-lempeng bergerak. Karena suhu

selubung amat panas, bagian-bagian di selubung bisa mengalir seperti cairan yang tipis. Lempeng-lempeng itu bergerak seperti ban berjalan berukuran besar. Model matematis menggunakan simbol-simbol dan persamaan-persamaan matematika untuk menggambarkan sistem.

Simulasi penyusupan lempeng Indo-Australia ke Eurasia di pantai Barat Sumatera Barat dibuat berdasarkan hasil penelitian akmam dkk, untuk penampang 8 seperti lampiran I, dan ilustrasi yang digambarkan Natawijaya seperti gambar 6. dimana lempeng Indo-Australia menyusup kebawah lempeng Eurasia dengan sudut penujaman rata-rata 31° dan kecepatan penyusupan rata-rata 6 cm/th

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

A. TUJUAN PENELITIAN

Sesuai dengan latar belakang permasalahan dan pertanyaan penelitian serta tinjauan pustaka, maka tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui bentuk simulasi pola penyusupan lempeng Indo-Australia ke lempeng Eurasia
2. Mengetahui bentuk perubahan morfologi permukaan setelah penujaman lempeng Indo-Australia ke lempeng Eurasia

B. MANFAAT PENELITIAN

Hasil penelitian memberi kontribusi terhadap pengembangan IPTEK khususnya dalam mata kuliah geodinamika, metoda seismik, komputasi geofisika dan pengembangan kelembagaan yang mengarah ke pembentukan program studi Geofisika terapan dan menambah pengetahuan mahasiswa atau masyarakat tentang penyebab terjadinya gempa bumi di Sumatera Barat, dan sebagai pelengkap/ penelitian sebelumnya.

BAB IV

METODA PENELITIAN

1.. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian simulasi menggunakan komputer, yang dikembangkan dari penelitian Studi karakteristik fisis sumber gempa bumi diwilayah Sumatera Barat (Akmam, 2006).

Data yang digunakan untuk simulasi dalam penelitian ini diperoleh dari hasil penelitian Akmam, dkk (2006). Dari data yang diperoleh dibuat simulasi penyusupan lempeng Indo-Australia dan Eurasia sesuai dengan variabel-variabel yang berlaku dan bentuk morfologi permukaan bumi setelah kondisi tersebut terjadi. Penelitian deskriptif ini akan menggambarkan kondisi visual suatu daerah dengan melihat hubungan sebab-akibat dari variabel terkait.

2. Desain Penelitian

Agar lebih memudahkan dalam mengorganisir pelaksanaan program, maka penelitian ini dibagi atas tiga tahap seperti berikut:

Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan diskusi dan analisis terhadap hasil penelitian Drs. Akmam, M.Si dkk yang berjudul Studi Karakteristik Fisis Sumber Gempa Bumi diwilayah Sumatera Barat. Dari diskusi diperoleh gambaran tentang penujaman lempeng Indo-Australia ke Eurasia di pantai barat Sumatera Barat.

Tahap pengumpulan Data

Data Pola Penyusupan Lempeng Indo-Australia ke Lempeng Eurasia dan Karakteristik Fisis Sumber Gempa, diambil langsung dari hasil penelitian Drs. Akmam, M.Si dkk yang berjudul Studi karakteristik fisis sumber gempa bumi diwilayah Sumatera Barat

Tahap pembuatan Simulasi

Setelah semua data karakteristik fisis sumber gempa dan pola subduksi diperoleh, dibuat simulasi penyusupan lempeng Indo-Australia ke lempeng Eurasia yang berlangsung di pantai barat Sumatera Barat dan bentuk morfologi permukaannya. Program simulasi dirancang menggunakan 3D MAX Studio, Google

Earth, Photoshop dan program grafis lainnya yang diperlukan sehingga diperoleh bentuk yang menyerupai kontur dan morfologi permukaan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL PENELITIAN

Simulasi pola penyusupan lempeng Indo-Australia ke Eurasia dirancang menggunakan beberapa software diantaranya adalah 3DS Max, google earth, pinnacle studio, photoshop, Macromedia Flash 8. Software 3DS max digunakan untuk membuat simulasi 3 dimensi yaitu lempeng dan permukaan bumi, serta pola penyusupannya, software google Earth digunakan untuk membuat permukaan bumi yaitu pulau Sumatera dan kepulauan Mentawai dengan citra satelit sehingga citra yang diperoleh benar-benar sama dengan kondisi yang sebenarnya. Photoshop digunakan untuk mengedit citra yang didapat dari pencitraan satelit google earth, sehingga citra yang diperoleh sesuai dengan yang kita butuhkan. Pinnacle studio digunakan untuk menggabungkan beberapa movie yang telah dibuat menjadi satu rangkaian. Sedangkan macromedia flash digunakan untuk membuat simulasi persilain dan yang susah dibuat menggunakan 3DS max karena kedua software ini masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan.

Pada rancangan simulasi daerah yang menjadi fokus simulasi adalah kota Padang dan pulau Siberut yang berada pada satu penampang, hal ini dilakukan karena - sulitnya membuat simulasi untuk daerah Sumatera Barat yang besar. Daerah Sumatra Barat terbagi atas 9 penampang yang tersebar disepanjang pantai barat Sumatera Barat. Kota padang dan Siberut terletak pada penampang 8 dengan dengan posisi pertemuan lempeng seperti tabel 1:

Tabel 1. Posisi batas pertemuan lempeng untuk setiap penampang.

Penampang	Posisi batas pertemuan lempeng	
	Lintang (Latitude) θ ($^{\circ}$ N)	Bujur (longitude) φ ($^{\circ}$ E)
1	-0,25	97,85
2	-0,65	98,25
3	-0,99	98,32
4	-1,30	98,50
5	-1,35	98,85
6	-1,50	98,97
7	-2,35	98,84
8	-2,60	99,00
9	-3,25	99,53

(Sumber : Akmam, dkk: 2006)

Hasil simulasi ini dipaket dalam bentuk VCD dengan format avi dan dapat dijalankan dengan menggunakan fasilitas windows standar seperti windows media player.

B. PEMBAHASAN

Kemungkinan gempa yang terjadi pada pulau Sumatera diakibatkan oleh zona subduksi antara lempeng Indo-Australia ke Eurasia dan zona patahan yang disebabkan oleh penujaman miring oleh lempeng Indo-Australia yang terbentang disepanjang pulau Sumatera seperti pada gambar 5, sehingga pada simulasi ini dibuat simulasi gempa yang disebabkan oleh zona subduksi dan zona patahan tersebut. Pada simulasi ini juga dibuat simulasi penujaman lempeng Indo-Australia ke Eurasia yang pada awalnya akan menyebabkan lempeng Eurasia yang dekat dengan kepulauan Mentawai melengkung sehingga pulau mentawati menjadi terangkat, dengan bergantinya waktu dan penujaman lempeng Indo-Australia secara terus menerus ke lempeng Eurasia sehingga suatu saat lempeng Eurasia pada Kepulauan Mentawai mencapai batas elastisitasnya sehingga akhirnya patah dan menimbulkan getaran yang disebut gempa, serta mengakibatkan berubahnya morfologi permukaan bumi. Penujaman miring akan mengakibatkan bergesernya pulau Sumatera bagian Barat ke arah utara dan dengan adanya pergerakan lempeng Eurasia mengakibatkan Pulau Sumatera Bagian Timur bergerak ke arah selatan, hal ini dibuktikan dengan adanya penambahan panjangnya danau singarak

Dari hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Akmam dkk(2006), diperoleh data hasil perhitungan yang menunjukkan bahwa rata-rata sudut subduksi lempeng Indo-Australia ke lempeng Eurasia adalah $31,33^{\circ}$ dengan kecepatan subduksi relatif rata-rata sebesar 6,32 cm/tahun dan kecepatan gerak terhadap garis normalnya adalah 4,93 cm/tahun. dan kedalaman seperti tabel 2. Harga ini memberikan informasi bahwa *subduksi* yang terdapat di barat Sumatera Barat adalah tergolong dangkal sehingga rawan terhadap gempa tektonik

Tabel 2. Besar sudut, kecepatan dan kedalaman *subduksi* lempeng Indo-Australia ke lempeng Eurasia untuk setiap penampang di pantai barat Sumatera Barat

penampang	Posisi Pertemuan Lempeng			Sudut Subduksi (γ°)	Kecepatan Subduksi		Kedalaman Subduksi (Km)
	Lintang θ' ($^\circ$ N)	Bujur φ' ($^\circ$ E)	Jurus ($^\circ$ NE)		Relatif v_r (cm/thn)	Normal v_n (cm/thn)	
1	-0,04	98,94	266	30,70	6,38	5,85	130
2	-0,63	98,88	257	30,89	6,36	5,38	135
3	-0,79	98,72	254	31,06	6,35	5,18	68
4	-0,8	98,90	250	31,21	6,33	4,91	85
5	-0,98	99,28	246	31,38	6,32	4,60	119
6	-1,47	99,30	247	31,46	6,31	4,67	98
7	-1,13	99,87	246,5	31,57	6,30	4,63	117
8	-1,88	99,56	244	31,69	6,29	4,44	109
9	-2,12	100,25	251	32,07	6,26	4,92	89

(Sumber : Akmam, dkk: 2006)

Kedalaman permukaan bumi pada daerah subduksi diukur dari permukaan laut untuk lempeng 8 sekitar 20 km, dengan kedalaman subduksi 109 km. seperti lampiran 1. Makin curam penunjaman lempeng, maka deformasi (perubahan bentuk) yang dialaminya semakin besar dan Perbedaan besar sudut subduksi ini disebabkan oleh adanya perbedaan tekanan dan gaya gravitasi yang dialami lempeng. (Turcotte:1982:249).

Makin besar sudut subduksi maka kemungkinan terjadinya patahan dangkal pada lempeng akan semakin kecil dan begitu juga sebaliknya, gempa pada patahan dangkal akan terasa lebih kuat dibandingkan pada patahan dalam sehingga dampak yang ditimbulkan juga akan semakin besar

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

551.82
Rat
P.1

A. KESIMPULAN

1. Simulasi pola penyusupan lempeng Indo-Australia ke Eurasia pada pantai Barat Sumatera Barat, dimana lempeng Indo-Australia bergerak menujam ke bawah lempeng Eurasia hal ini disebabkan oleh perbedaan masajenis kedua lempeng, dengan sudut penujaman rata-rata $31,33^{\circ}$
2. Morfologi permukaan bumi pada daerah suduksi turun apabila tekanan dan regangan terhadap lempeng melampaui batas elastisitasnya sehingga menyebabkan patahan

B. SARAN

Dengan selesainya penelitian ini disarankan hal-hal sebagai berikut:

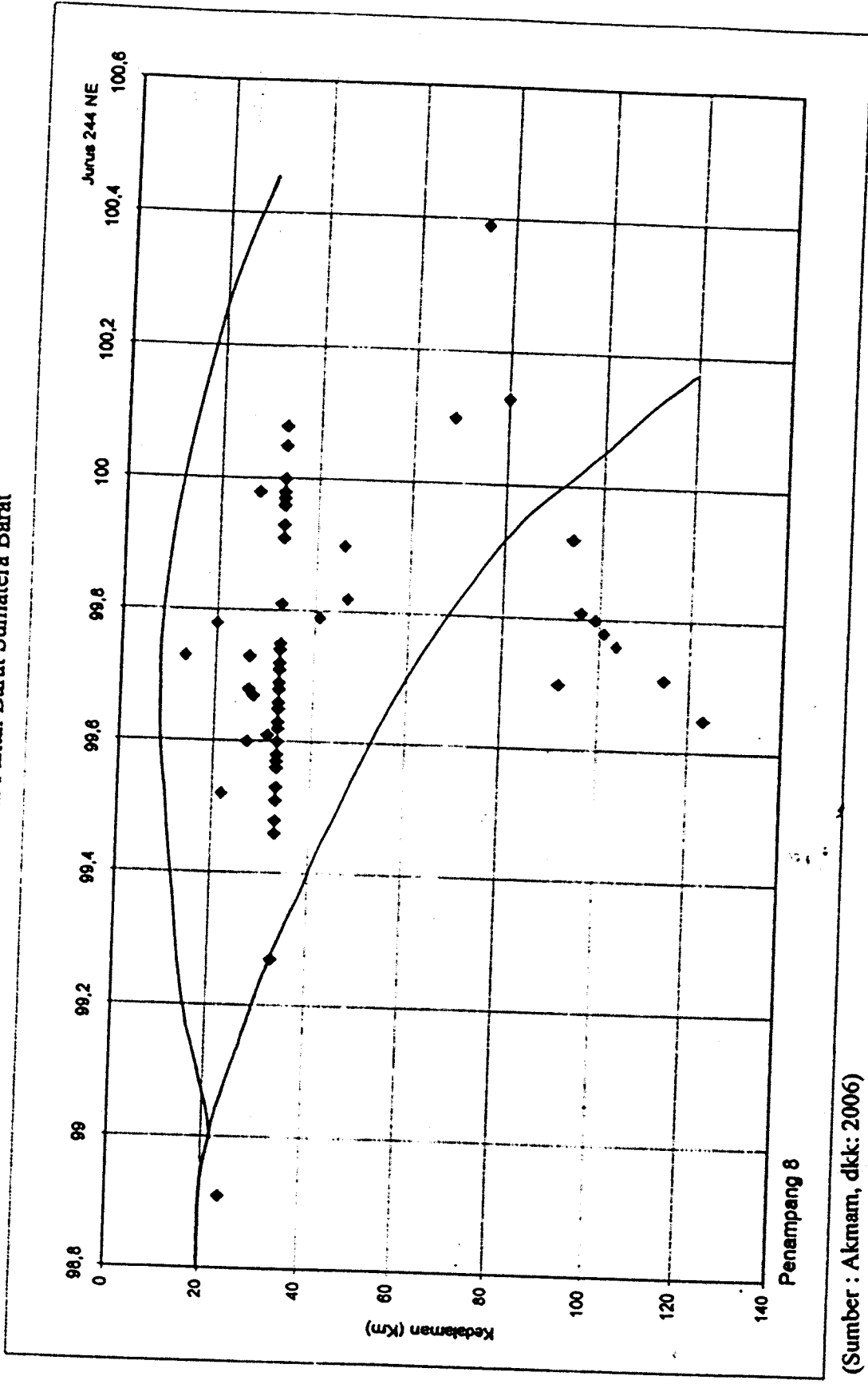
1. Simulasi ini dapat digunakan untuk menambah pengetahuan mahasiswa, masyarakat tentang penyebab terjadinya gempa di pantai barat Sumatera Barat
2. Simulasi ini dapat digunakan sebagai gambaran kemungkinan daerah sapuan geombang tsunami jika tsunami itu terjadi sehingga masyarakat dapat menentukan kemana arah epakuasi

DAFTAR PUSTAKA

- Akmam, 2006. *Studi Karakteristik Fisis Sumber Gempa Bumi Diwilayah Sumatera Barat*. Laporan Penelitian. UNP
- Ahmad, Muhammad, 1995, *Penanggulangan Gempa Bumi Sesuai dengan Seismisitasnya*, Makalah pada seminar pada Himpunan Ahli Geofisika Indonesia PIT HAGI XX, Yogyakarta 29 – 30 Agustus 1995
- Ahmad, Muhammad dan Erwin Mulyana, 1995, *Study of Lithosphere Subduction Along Java Sumatera Arc*, Makalah pada seminar pada Himpunan Ahli Geofisika Indonesia PIT HAGI XX, Yogyakarta 29 – 30 Agustus 1995
- AP. Sutowijoyo Tsunami, Karakteristiknya dan Pencegahannya *INOVASI* Vol.3/XVII/Maret 2005
- EDITORIAL *INOVASI* Vol.3/XVII/Maret 2005
- Kearay, Philip & Vine, Frederick J, (2004), *Global Tectonics*, Blackwell Publishing Company. Australia
- Le Pichon, X, P. Huchon, 1984, *Sunda Strait and Contrtol Sumatran Fault*, Online Jurnal of Geology Society of America vol. 12, pp. 668 - 672
- Mc Cann. W.R. and K.R. Newcomb, 1987, *Seismic History and Seismotectonic of the Sunda Arc*, Jurnal of Geophysics Research, vol 92, 421-439
- McCaffray, R, 1991, *Slip Vectors and Stretching of the Sumatran Force Arc*, Jurnal of Geology, Vol. 19, pp. 881 – 884
- Natawidjaya, Danny H, 1995, *Gempa Tektonik Daerah Bukit Tinggi-Muarolabuh; Hubungan Segmantasi Sesar Aktif dengan Gempa Bumi tahun 1926 dan 1943*, Prosiding Hasil Penelitian Puslitbang Geoteknologi LIPI, pp 50 – 75
- Natawidjaya, Danny H, Harjono, Hery, Suwargadi, Bambang W (2004), *Sumatera Rawan Gempa*, Puslit Geoteknologi-LIPI, Bandung
- Skinner, Brian J, Porter Stephen C, (1987), *Physical Geology*, Jhon Wiley & Sons, New York
- Suwarda, H. Robert Tampubolon, Buha Simanjutak, 2001, *Percepatan Tanah untuk Konstruksi Bangunan Tahan Gempa di Sumatera Bagian Utara*, Bulletin Meteorologi dan Geofisika, hal 30 -36
- Tjokrosapoetro, S, (1993), *Peta Geologi Lembar Pulau Sumatera*, PPPG Bandung
- Turcotte, D.L, Gerald, S, 1982, *Geodynamics*, John Wiley Sons, New York
- <http://www.ms.wikipedia.org>
- <http://www.onr.navy.mil/focus/ocean/motion/waves3.htm>
- <http://www.oceanografi.lipi.go.id/>
- <http://risiyanto.budi.or.id/blog/2004/12/28/gempa-bumi-tsunami-di-samudera-hindia/trackback/>
- <http://www.bmg.go.id/>
- http://www.waspada.co.id/titik_lemah_bumi_Indonesia
- <http://merapi.vsi.esdm.go.id/vsi/>
- <http://azhali.blogsome.com/2006/11/17/tektonik-lempengplate-tectonic/>
- <http://www.esdm.go.id/esdm2/> Mitigasi Untuk Kecilkan Dampak Bencana Alam
- <http://lc.bppt.go.id/iptek/> Berpacu dengan Gempa dan Tsunami
- <http://lc.bppt.go.id/iptek/> Penumpukan Energi Sedang Terjadi

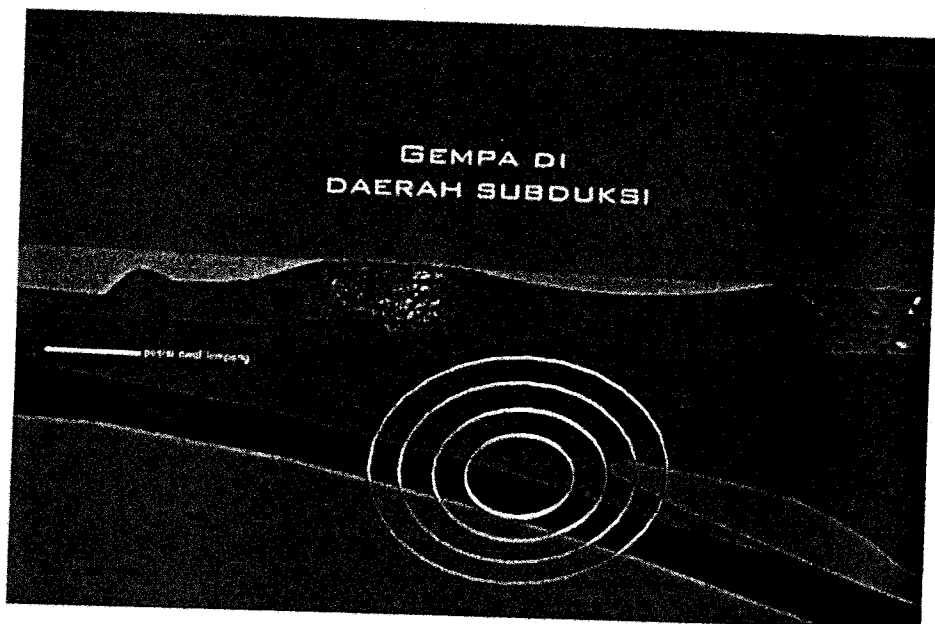
Lampiran I

Pola Penunjaman Lempeng Indo-Australia ke Lempeng Eurasia
di Pantai Barat Sumatera Barat

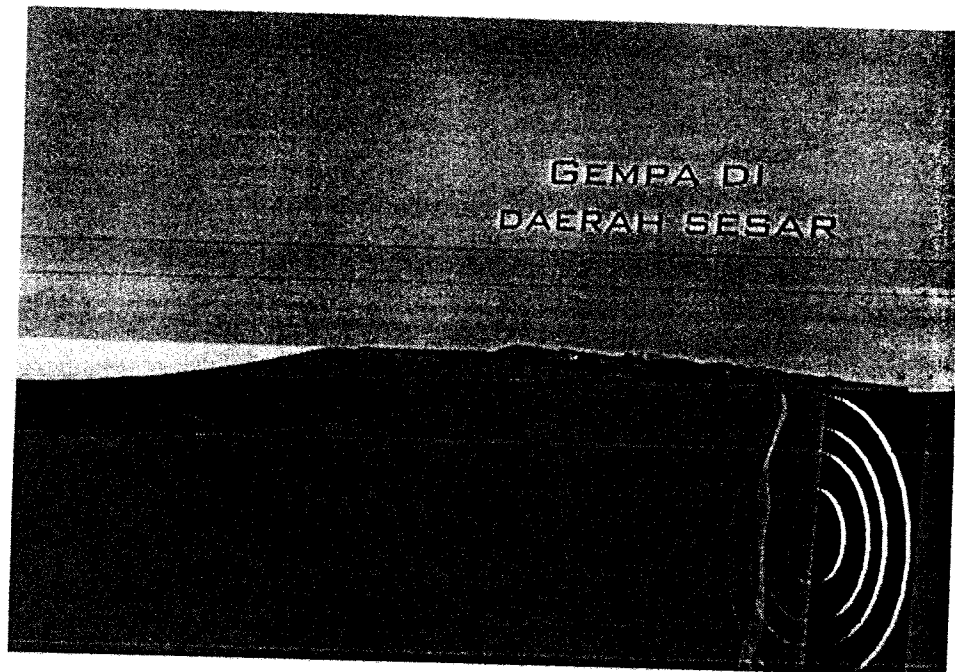


(Sumber : Akram, dkk: 2006)

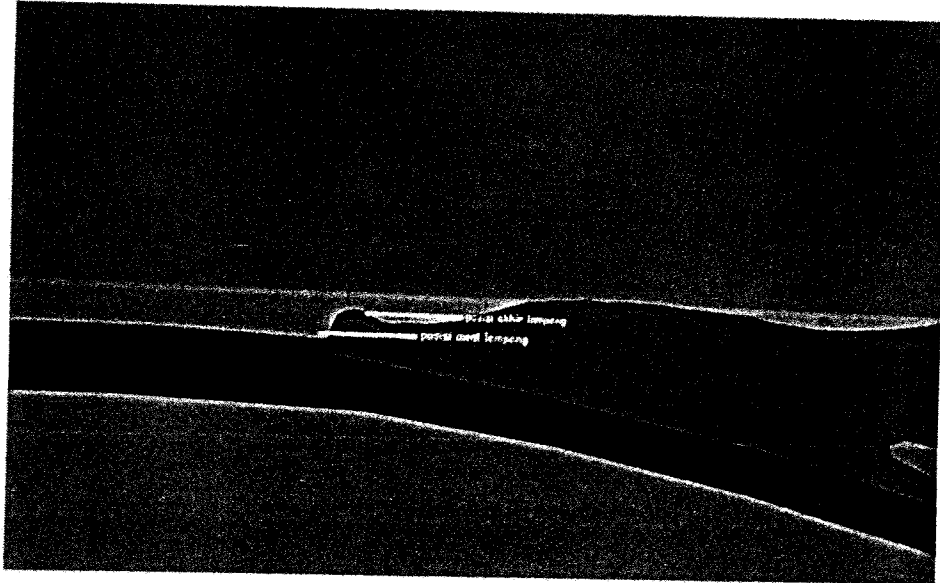
LAMPIRAN II



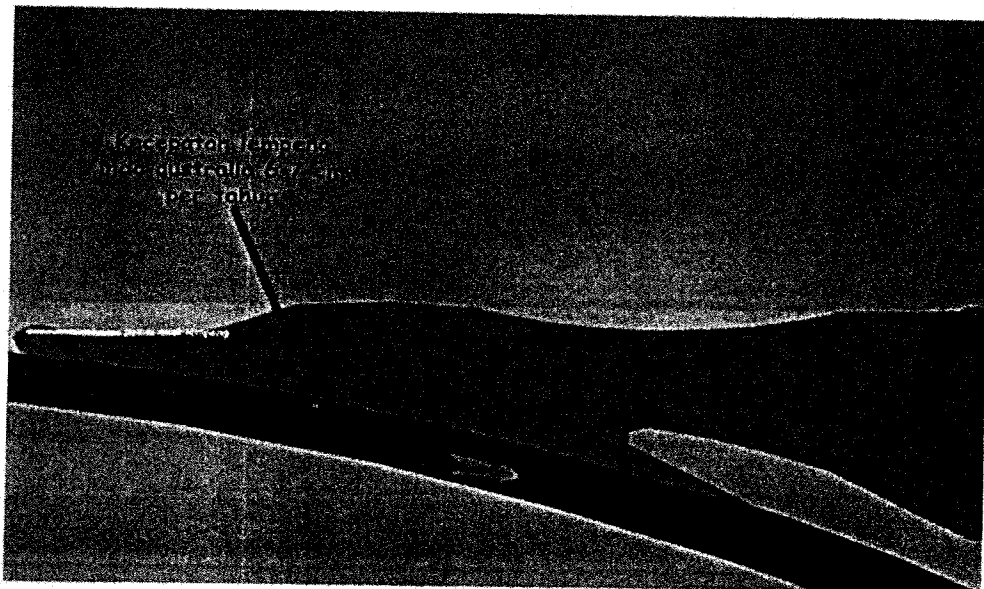
Gambar 8. Gempa didaerah subduksi



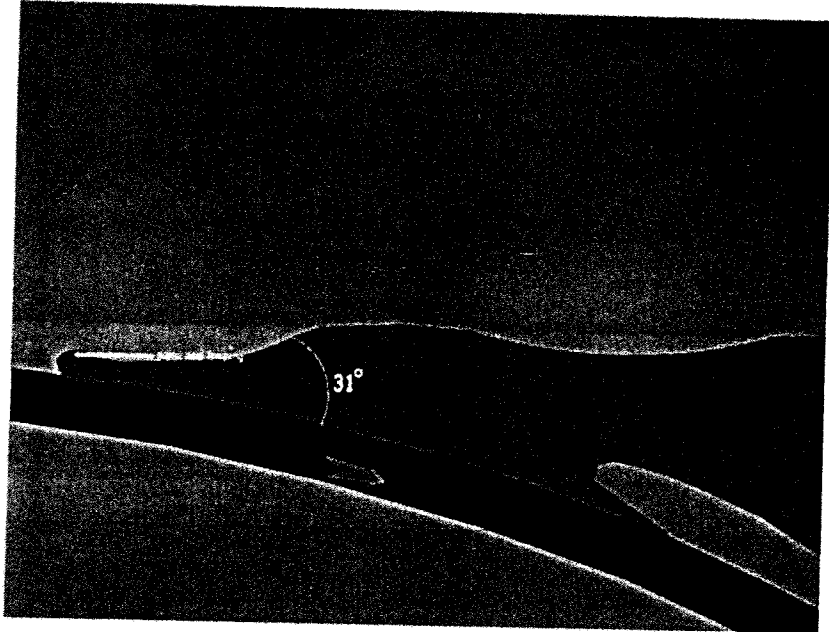
Gambar 9. Gempa didaerah sesar



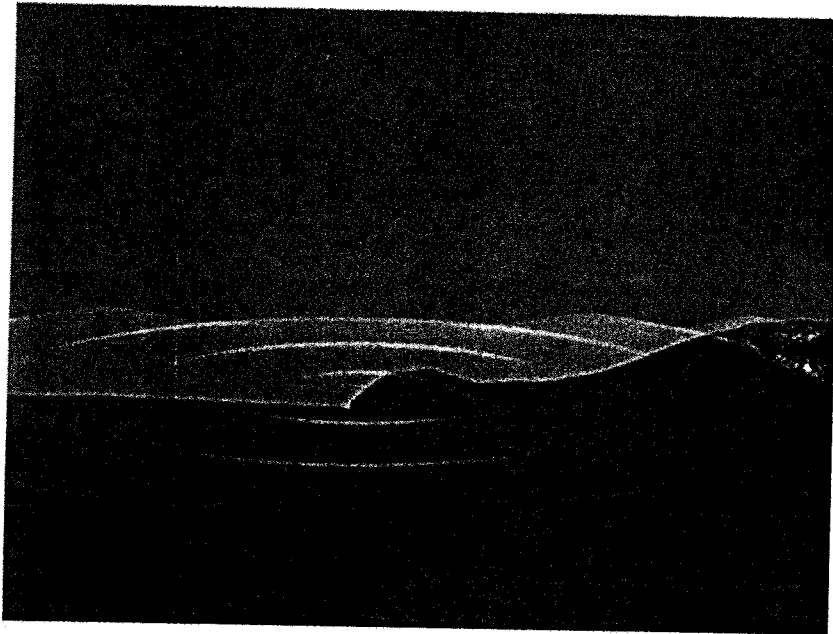
Gambar 10. Naiknya permukaan lempeng di sekitar daerah subduksi



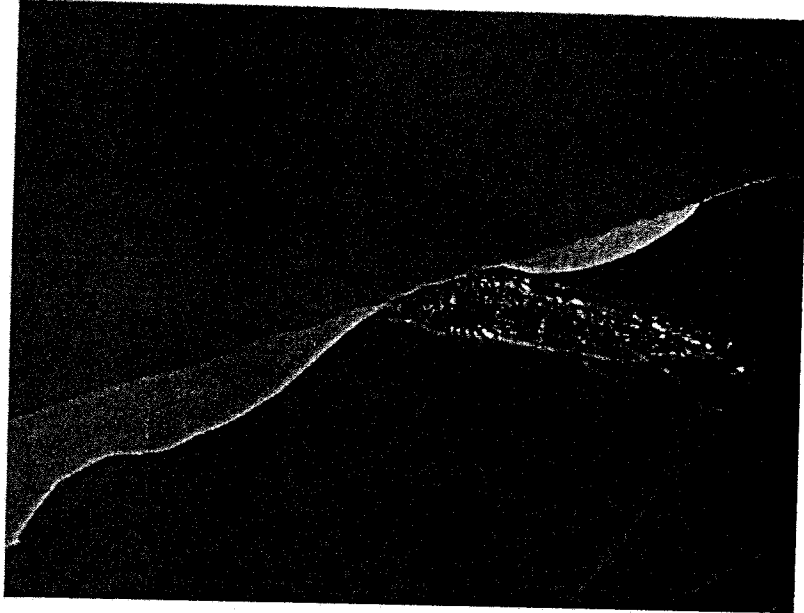
Gambar 11. Kecepatan penujaman lempeng



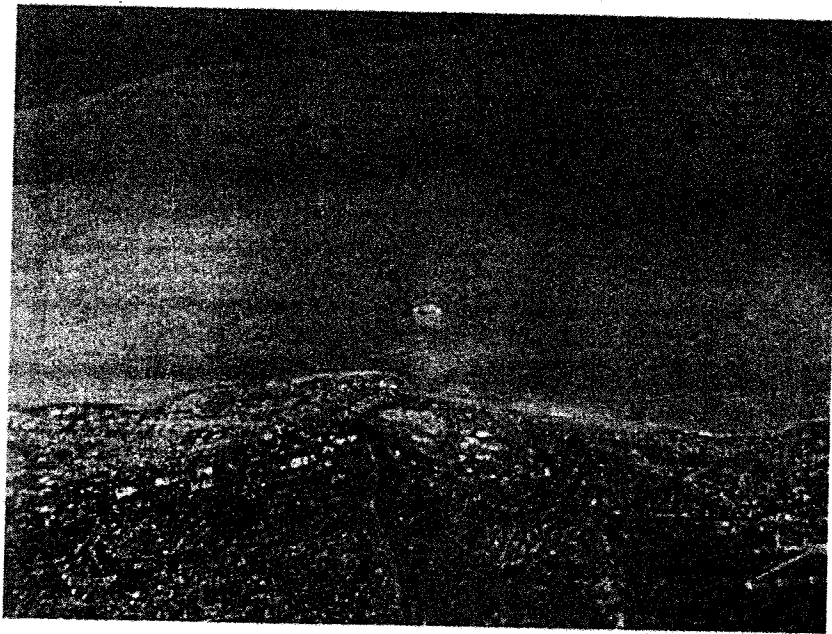
Gambar 12. Sudut subduksi penujaman lempeng Indo-Australia ke Eurasia



Gambar 13. Gelombang laut yang terjadi akibat patahan di zona subduksi



Gambar 14. Penjalaran gelombang(stunami)



Gambar 15. Kota Padang dihantam gelombang stunami