

LAPORAN HASIL PENELITIAN



17-1-2007

Hd

KI

17/hd/2007-51(1)

SSI. 220 72 AKM. Ⓢ

S. J. M.

STUDI KARAKTERISTIK FISIS SUMBER GEMPABUMI DI WILAYAH SUMATERA BARAT

Oleh :

Ketua : Drs. Akmam, M.Si
Anggota 1. Drs. Letmi Dwridal, M.Si
2. Dr. Ir. Badrul Mustafa Kemal, DEA

DIBIYAI OLEH DP2M
SURAT PERJANJIAN NO: 006/SP3/PP/DP2M/II/2006
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2006

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR	i
RINGKASAN DAN SUMMARY	ii
PRAKATA	ix
PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Batasan Masalah	5
D. Pertanyaan Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Kondisi Tektonik Sumatera dan Subduksi Lempeng Indo-Australia	6
B. Segitiga Bola Le Pichon	9
C. Percepatan Tanah dan Intensitas Gempa	11
D. Hubungan Frekuensi, Magnitudo dan Energi Gempa Bumi	12
III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	14
A. Tujuan Penelitian	14
B. Manfaat Penelitian	14
IV. METODA PENELITIAN	14
A. Metode Penelitian	14
B. Desain Penelitian	16
V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	20
A. Hasil Penelitian	20
1. Sudut Subduksi dan Kecepatan Penujaman	20
2. Magnitudo dan Percepatan Tanah	22
B. Pembahasan	24
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	31
A. Kesimpulan	31
B. Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

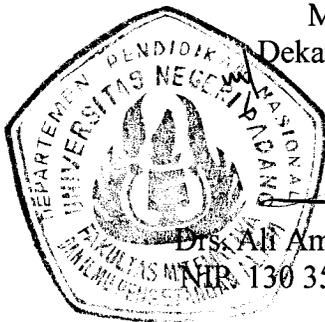
1.	Judul Penelitian	: Studi Karakteristik Fisis Sumber Gempabumi di Wilayah Sumatera Barat
2.	Ketua Peneliti	
	a. Nama Lengkap dan Gelar	: Drs. Akmam, M.Si
	b. Jenis Kelamin	: Laki-laki
	c. Pangkat/Golongan	: Pembina/IV.a
	d. NIP	: 131 669 070
	e. Jabatan Fungsional	: Dosen/Lektor Kepala
	f. Fakultas/Jurusan	: FMIPA/ Fisika
	g. Perguruan Tinggi	: Universitas Negeri Padang
	h. Pusat Penelitian	: Universitas Negeri Padang
3.	Jumlah Tim Peneliti	: 3 (tiga) orang
4.	Lokasi Penelitian	: Laboratorium Fisika Bumi Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang
5.	Kerjasama dengan Instansi Lain	
	a. Nama Instansi	
	b. Alamat	
6.	Masa Penelitian	: 10 bulan
7.	Biaya yang Diperlukan	: Rp. 19.700.000,-

Terbilang : Sembilan Belas Juta Tujuh Ratus Ribu Rupiah

Padang, 30 Oktober 2006

Mengetahui,
Dekan FMIPA UNP

Ketua Peneliti,



Drs. Ali Amran, M.Pd, M.A, PhD.
NIP. 130 353 264

Drs. Akmam, M.Si
NIP. 131 669 070

Menyetujui
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Negeri Padang

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

STUDI KARAKTERISTIK FISIS SUMBER GEMPABUMI
DI WILAYAH SUMATERA BARAT

Oleh:

Akmam*, Letmi Dwridal*, Badrul Mustafa Kemal**

RINGKASAN DAN SUMMARY

SUMMARY

Subduksi lempeng Indo-Australia pada lempeng Eurasia berlangsung secara terus menerus membentuk kepulauan Mentawai dan Sumatera aktif secara tektonik dan vulkanik. Tingkat keaktifan tektonik kawasan ini dapat dipelajari melalui aktifitas subduksi lempeng yang bertinjau berdasarkan kecepatan, sudut dan kedalaman subduksi. Penyusupan lempeng Indo-Australia pada lempeng Eurasia menyebabkan terbentuknya zona deformasi aktif di kepulauan Mentawai dan pulau Sumatera. Perilaku kegempaan pada suatu daerah dapat dipelajari melalui karakteristik fisis sumber gempabumi antara lain melalui magnitudo, energi gempa dan percepatan tanah.

Untuk itu dilakukan penelitian dasar deskriptif yang bertujuan untuk mengetahui pola subduksi lempeng Indo-Australia pada lempeng Eurasia dengan menggunakan data sekunder berupa catatan gempa di Sumatera Barat tahun 1900 sampai dengan tahun 2005 yang tersedia di BMG Padang Panjang. Kecepatan dan sudut subduksi lempeng dihitung menggunakan formula Le Pichon dan formula karakteristik gempa ditentukan menggunakan metoda kuadrat terkecil.

Hasil penelitian menunjukkan rata-rata sudut subduksi lempeng Indo-Australia pada lempeng Eurasia dikawasan Sumatera Barat dan sekitarnya adalah $31,33^{\circ}$ dengan kecepatan subduksi relatif rata-rata sebesar 6,32 cm/tahun dan kecepatan normalnya adalah 4,93 cm/tahun. Formula menghitung percepatan tanah khusus untuk Sumatera Barat dan sekitarnya adalah: $\log \alpha = 0.421 I + 0.146M_L + 0.746 \log \Delta - 2.844$, dimana magnitudo lokal $M_L = 0.415 I_0 - 0.795 \log H + 3.334$, dan intensitas gempa pada episenter $I_0 = I + 3 \log (\Delta n/H) + 0.01(\Delta - H)$.

STUDI KARAKTERISTIK FISIS SUMBER GEMPABUMI DI WILAYAH SUMATERA BARAT

Oleh:

Akmam*, Letmi Dwridal*, Badrul Mustafa Kemal**

RINGKASAN

I. Pendahuluan

Pulau Sumatera merupakan salah satu pulau yang sangat aktif seismisitasnya, hal ini disebabkan oleh eksistensi zona penunjaman (*subduction zone*) lempeng Indo-Australia yang menyusup ke bawah lempeng Eurasia, sehingga membentuk jalur-jalur gempa bumi (Jalur gempa Trans-Mediterranean). Pada jalur Trans-Mediterranean ini terdapat patahan besar kerak bumi yang membelah pulau Sumatera yang dikenal dengan patahan besar Sumatera (*Great Sumatera Fault*).

Zona subduksi ini merupakan daerah zona seismik aktif, dimana gempa bumi tektonik baik dangkal, menengah maupun dalam sering terjadi. Zona subduksi ini terbentuk karena dua lempeng bergerak saling menekan dengan kecepatan yang sangat lambat dan lempeng yang mengalami pembengkokan membentuk sudut subduksi. Besar sudut subduksi dipengaruhi oleh besarnya tekanan yang diberikan lempeng di atasnya. Tatanan tektonik Sumatera dengan Zona subduksinya sangat menarik sebagai objek penelitian kegempaan dan penataan tata ruang pada masa mendatang:

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). Permasalahan yang muncul sekarang adalah bagaimana pola penyusupan lempeng Indo-Australia ke lempeng Eurasia di pantai Barat Sumatera Barat serta berapa besar sudut subduksi yang dihasilkan. Mengingat begitu pentingnya pola penunjaman lempeng diketahui untuk mendapatkan solusi dari permasalahan perlu dilaksanakan penelitian untuk mengetahui pola penunjaman (subduksi) lempeng Indo-Australia ke lempeng Eurasia di pantai Barat Sumatera Barat.

Analisa terhadap gempa tektonik berperan dalam meletakkan kerangka dasar mempelajari gaya pengontrol terbentuknya beberapa zona deformasi aktif di litosfer bumi. Kekuatan deformasi di litosfer berhubungan dengan sifat fisis dan mekanis deformasi bahan akibat perubahan suhu dan tekanan mantel bumi. Karakteristik fisis sumber gempa dapat diketahui melalui pola penyusupan litosfer dan parameter gempabumi (magnitudo, energi gempa dan percepatan tanah).

Melihat pergerakan lempeng di Indo-Australia (lempeng Hindia) dan sistem sesar Sumatera Barat dan sesar Mentawai, menyebabkan kawasan ini sangat menarik sebagai objek penelitian kegempaan dalam rangka meletakkan dasar pemikiran penanggulangan (mitigasi) bencana gempa kedepan.

Efek yang ditimbulkan oleh gempa tektonik erat hubungannya dengan struktur litosfer dimana sumber gempa tersebut. Struktur litosfer tidak sama untuk semua daerah. Perbedaan struktur litosfer tersebut, tentu akan menghasilkan percepatan tanah maksimum yang berbeda pula. Hal ini menyebabkan banyaknya formula yang didapatkan secara empiris.

Melihat pada kondisi di atas, muncul permasalahan baru bagaimana pola penyusupan lempeng Indo-Australia pada lempeng Eurasia yang dinyatakan dengan kecepatan, sudut dan kedalaman subduksi dan karakteristik fisis sumber gempa bumi pada zona subduksi ini yang dinyatakan dengan percepatan tanah maksimum, intensitas, magnitudo energi gempa.

Informasi tentang pola penyusupan lempeng dan karakteristik fisis sumber gempa bumi pada zona subduksi di pantai pulau Sumatera, serta peta distribusi percepatan tanah maksimum pada suatu daerah, sangat berguna untuk menentukan langkah-langkah antisipasi terhadap mengurangi resiko gempabumi dan tsunami di pantai barat Sumatera Barat nantinya.

II. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Sesuai dengan latar belakang permasalahan, maka dilaksanakan penelitian yang tujuan untuk

1. Mengetahui pola penunjaman lempeng Indo-Australia ke lempeng Eurasia yang dinyatakan dengan kedalaman penyusupan, sudut penunjaman dan rata-rata kecepatan penunjaman.
2. Membuat formula untuk menghitung percepatan tanah maksimum khusus untuk daerah Sumatera Barat dan pantai baratnya
3. Membuat formula untuk menghitung magnitudo lokal dari sumber gempa khusus untuk daerah Sumatera Barat dan pantai baratnya
4. Membuat formula untuk menghitung energi gempa khusus untuk daerah Sumatera Barat dan pantai baratnya
5. Membuat peta distribusi percepatan tanah maksimum dan intensitas maksimum oleh gempa di kawasan Sumatera Barat dan pantai baratnya.

Selasainya penelitian diharapkan bermanfaat untuk

1. Pengembangan mata kuliah Geodinamika dan Seismologi Gempa Bumi pada Jurusan Fisika atau program Studi Geofisika dan Fisika Bumi
2. Meletakkan fondasi pemikiran untuk meminimalisasi bencana gempa dan tsunami
3. Meletakkan fondasi pemikiran untuk mengembangkan tata ruang pada kota dan kabupaten di Sumatera Barat
4. Membantu percepatan penyelesaian skripsi mahasiswa S-1 pada program Fisika Jurusan Fisika FMIPA UNP

III. Metoda Penelitian

Data penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari stasiun Badan Meterologi dan Geofisika Padangpanjang yang terekam dalam bentuk analog. Data yang akan digunakan adalah data gempa tektonik mulai tahun 1900 – 2005 untuk daerah penelitian $88.5^{\circ}\text{BT}-102^{\circ}\text{BT}$ dan $1^{\circ}\text{LU}-3.5^{\circ}\text{LS}$, dengan magnitudo gempabumi lebih dari 4.0 skala Richter.

Variabel bebas penelitian ini adalah cepat rambat gelombang seismik (gelombang gempa tektonik yang terdiri dari cepat rambat gelombang primer dan gelombang sekunder) yang terdapat di Sumatera Barat dan pesisir baratnya. Variabel tergantungnya adalah percepatan tanah maksimum, intensitas gempa, magnitudo dan jarak episenter gempa dan kedalaman episenter gempa

Karakteristik fisis sumber gempabumi diestimasi dari bentuk respon bumi terhadap gangguan yang diterimanya. Respon bumi tersebut dapat dilihat dari bentuk persamaan respon, seperti persamaan magnitudo, persamaan percepatan tanah maksimum. Untuk mendapatkan harga konstanta, seperti p,q dan r pada persamaan Murphy dan O'Brein termodifikasi dan a,b,c dan d dan pada persamaan Richter termodifikasi, digunakan metoda kuadrat terkecil yaitu dengan mengkonvolusikan parameter fisis bumi (konstanta yang akan dicari) dengan parameter fisis gempa sebagai berikut:

$$c_t = \sum_{s=0}^m f_s b_{t-s}$$

dimana c_t menyatakan harga parameter hasil perhitungan, b_s menyatakan parameter fisis bumi dan f_s menyatakan parameter gempabumi (magnitudo gempa, percepatan tanah maksimum dan sebagainya). Bila d_t menyatakan harga parameter hasil pengamatan, maka beda harga pengamatan dengan harga perhitungan adalah

$$I = \sum_{t=0}^{m+n} (d_t - c_t)^2 = \sum_{t=0}^{m+n} \left(d_t - \sum_{s=0}^m f_s b_{t-s} \right)^2$$

Perbedaan harga pengamatan dengan harga perhitungan akan minimum, apabila harga differensial parsial terhadap setiap koefisien persamaan parameter gempabumi sama dengan nol yaitu:

$$\frac{\partial I}{\partial f_i} = \sum_{t=0}^{m+n} d_t b_{t-i} - \sum_{s=0}^m f_s \left(\sum_{t=0}^{m+n} b_{t-s} b_{t-i} \right) = 0$$

atau

$$\sum_{s=0}^m f_s \sum_{t=0}^{m+n} b_{t-s} b_{t-i} = \sum_{t=0}^{m+n} d_t b_{t-i}, \text{ untuk } i = 0, 1, 2 \dots$$

dimana

$$\sum_{t=0}^{m+n} b_{t-s} b_{t-i} = \phi_{i-s} \text{ dan } \sum_{t=0}^{m+n} d_t b_{t-i} = g_i$$

dalam ϕ_i merupakan autokorelasi dari parameter fisis bumi dan g_i merupakan korelasi silang antara parameter fisis bumi dan harga parameter hasil pengamatan.

Desain Penelitian

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

1. Tahap persiapan, dimana pada tahap ini dilakukan pengurusan izin pemakaian data seismogram yang terdapat di stasiun BMG Padangpanjang. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan program (*software*) untuk menghitung nilai prediksi persamaan *Likelihood* dan perhitungan harga konstanta persamaan Donovan dan Richter dengan metoda kuadrat terkecil.

2. Tahap Pengolahan Data

a. Pola Penunjaman Lempeng Indo-Australia ke Lempeng Eurasia

Setiap kejadian gempa tektonik tahun 1900 – 2005 dikelompokkan menurut posisi episentrum dan hiposentrum (kedalaman titik pusat gempa). Kemudian sudut penyusupan (subduksi) dan kedalaman penunjaman dihitung menggunakan parameter jarak episentrum dan kedalaman hiposentrum gempa menggunakan formula Le Pichon.

$$\cos \Omega = \cos \theta \cos \theta' + \sin \theta \cos(\psi - \psi')$$

dimana Ω sudut didepan tali busur terbentuk oleh perputaran titik dipermukaan bumi dari A ke P terhadap pusat bumi. Berdasarkan harga dapat dihitung sudut penunjaman lempeng Indo-Australia pada lempeng Eurasia, dimana dalam hal ini θ adalah sudut colatitude, Ψ adalah longititude rotasi bumi, θ' adalah colatitude Ψ' adalah longititude titik pada bidang batas lempeng. Kecepatan pergerakan dengan arah garis normal dihitung dengan

$$v_n = \sin^{-1} \left\{ \frac{\sin(\varphi - \varphi') \cos \theta}{\sin \Omega} \right\} \quad (3)$$

dimana φ besar sudut oleh proyeksi titik A (batas pertemuan lempeng) dan pusat rotasi lempeng terhadap pusat bumi dan α sudut yang dibentuk oleh penunjaman lempeng terhadap garis normal. Kecepatan pergerakan relatif lempeng dihitung dengan persamaan:

$$v_r = \omega r \sin \Omega \quad (4)$$

dimana dalam hal ini ω adalah kecepatan sudut, r adalah jari-jari bumi 6371 km.

b. Karakteristik Fisis Sumber Gempa

Karakteristik fisis sumber gempa yang akan ditentukan adalah persamaan magnitudo gempa, intensitas gempa pada episenter gempa dan percepatan tanah maksimum, energi sumber gempa dan magnitudo lokal untuk daerah Sumatera Barat dan pesisir pantai baratnya. Pekerjaan utama pada tahap ini adalah menentukan konstanta p , q , r menggunakan metoda kuadrat terkecil (*least square*), dengan bentuk persamaannya

$$\begin{aligned} \sum M &= \Delta r + p \sum I_0 + q \sum \log H \\ \sum MI_0 &= r \sum I_0 + p \sum I_0^2 + q \sum I_0 \log H \\ \sum M \log H &= r \sum \log H + p \sum I_0 \log H + q \sum \log H^2 \end{aligned}$$

Kemudian bila $m = M - [M]$, $i_0 = I_0 - [I_0]$, dan $h = H - [H]$ yang merupakan deviasi terhadap nilai rata-rata, sehingga ketiga persamaan di atas dapat ditulis menjadi:

$$\begin{aligned} \sum mi_0 &= r \sum mi_0 + p \sum i_0^2 + q \sum i_0 \log h \\ \sum m \log h &= r \sum \log h + p \sum i_0 \log h + q \sum \log h^2 \end{aligned}$$

dimana

$$\begin{aligned} \sum m^2 &= \sum M^2 - \Delta[M]^2 \\ \sum i_0^2 &= \sum I_0^2 - \Delta[I_0]^2 \\ \sum (\log h)^2 &= \sum (\log H)^2 - \Delta[\log H]^2 \\ \sum (mi_0) &= \sum MI_0 - \Delta[M][I_0] \\ \sum (m \log h) &= \sum (M \log H) - \Delta[M][\log H] \\ \sum (i_0 \log h) &= \sum (I_0 \log H) - \Delta[I_0][\log H] \end{aligned}$$

dengan metoda eliminasi, maka akan diperoleh harga p , q dan r .

Setelah harga konstanta p , q , dan r didapatkan, maka diperolehlah formula untuk menghitung magnitudo sumber gempabumi khusus untuk Sumatera Barat dan pesisir pantai baratnya.

Setelah harga konstan p, q, dan r diperoleh, pekerjaan berikutnya adalah menentukan harga konstanta a, b, c dan d. Harga konstanta ini juga diperoleh dengan menggunakan metoda kuadrat terkecil (*least square*), dengan menggunakan persamaan

$$\begin{aligned} \log \alpha_{ac} &= aI + bM - c \log \Delta + d \\ \sum I \log \alpha_{ac} &= a \sum I^2 + b \sum MI - c \sum I \log \Delta + d \sum I \\ \sum M \log \alpha_{ac} &= a \sum IM + b \sum M^2 - c \sum M \log \Delta + d \sum M \\ \sum \log \alpha_{ac}^2 &= a \sum I \log \alpha_{ac} + b \sum M \log \alpha_{ac} - c \sum \log \Delta \log \alpha_{ac} + d \sum \log \alpha_{ac} \\ \sum \log \Delta \log \alpha_{ac} &= a \sum I \log \Delta + b \sum M \log \Delta - c \sum \log \Delta^2 + d \sum \log \Delta \end{aligned}$$

Sistem persamaan di atas diselesaikan untuk memperoleh harga konstanta a, b, c dan d. Berdasarkan harga konstanta yang diperoleh didapatkan formula percepatan tanah maksimum khusus untuk wilayah Sumatera Barat dan pantai baratnya. Berdasarkan formula tersebut dihitung percepatan tanah maksimum di daerah Sumatera Barat dan kepulauan Mentawai yang kemudian dituangkan dalam bentuk peta kontur dua dimensi. Berdasarkan hubungan magnitudo dan intensitas gempa, ditentukan persamaan energi yang dihasilkan untuk gempa di wilayah Sumatera Barat.

Tahap Interpretasi

Setelah pola subduksi diperoleh, dibuat gambaran penyusupan lempeng Indo-Australia pada lempeng Eurasia yang berlangsung di pantai barat Sumatera Barat. Kemudian dilakukan interpretasi untuk memprediksi parameter gempa dan periode gempa yang akan datang. Hasil pengolahan data tentang percepatan tanah maksimum, magnitudo lokal dan energi gempa dipetakan agar mudah diinterpretasikan. Untuk memvalidasi formulasi yang diperoleh, maka hasil perhitungan berdasarkan formula yang diperoleh dibandingkan dengan hasil perhitungan dengan rumus empiris Richter, Donovan dan Kawashumi.

IV. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata sudut subduksi lempeng Indo-Australia pada lempeng Eurasia pada kawasan Sumatera Barat dan sekitarnya adalah $31,33^{\circ}$ dengan kecepatan subduksi relatif rata-rata sebesar 6,32 cm/tahun dan kecepatan normalnya adalah 4,93 cm/tahun. Kecepatan penujaman terbesar terdapat sekitar Pulau Spora dengan kecepatan relatif 6,36 cm/tahun dengan sudut penujaman $30,70^{\circ}$ dan kedalaman subduksi maksimum adalah 135 km. Kecepatan relatif terkecil terdapat disekitar Palau Siberut dengan kecepatan penujaman 6,26 cm/tahun dengan sudut subduksi $32,07^{\circ}$ yang terdapat disekitar Pulau Pagai, dengan kedalaman subduksi 89 km.

Setelah dilakukan analisa terhadap data gempa bumi dari tahun 1900 sampai dengan tahun 2005, diperoleh persamaan-persamaan sebagai berikut:

1. Formula untuk menghitung magnitudo lokal dari sumber gempa khusus untuk Sumatera Barat dan pantai baratnya yaitu $M_L = 0.415 I_0 - 0.795 \log H + 3.334$, dengan intensitas gempa pada episenter $I_0 = I + 3 \log (\Delta/H) + 0.01 (\Delta - H)$.
2. Formula untuk menghitung energi gempa khusus untuk Sumatera Barat dan pantai baratnya yaitu $\log E = 5.24 + 1.44 ML$
3. Formula untuk menghitung percepatan tanah maksimum oleh gempa tektonik khusus untuk Sumatera Barat dan pantai baratnya yaitu

$$\log \alpha_{ac} = 0.421 I + 0.146 M_L + 0.746 \log \Delta - 2.844.$$

Berdasarkan persamaan yang diperoleh di atas, maka diperoleh peta distribusi percepatan tanah minimum sebesar 51.67 gal dengan dan percepatan tanah maksimum sebesar 723.09 gal. Daerah yang mempunyai percepatan maksimum adalah adalah Kabupaten Solok yaitu sebesar 723.09 gal sedangkan daerah yang memiliki percepatan tanah maksimum terendah adalah Kota Payakumbuh yaitu sebesar 286.47 gal.

Sesuai dengan kontribusi penelitian ini dan berdasarkan hasil analisa data maka disarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Sebaiknya hasil penelitian dapat dijadikan sebagai pengembangan mata kuliah Geodinamika dan Seismologi Gempa Bumi pada Jurusan Fisika atau program Studi Geofisika dan Fisika Bumi
2. Agar diperoleh akurasi yang lebih baik, formula-formula di atas masih perlu divalidasi dengan menggunakan metoda lain dan menggunakan data yang lebih banyak lagi
3. Hasil penelitian ini dapat dikembangkan untuk pengaturan tata ruang yang lebih baik di Sumatera Barat
4. Mengingat begitu berbahanya efek dari gempa, maka hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai fundasi dasar untuk menetapkan kebijaksanaan mitigasi gempa bumi pada masa mendatang

PRAKATA

Puji syukur alhamdulillah kami ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua, sehingga kami dapat menyelesaikan penelitian ini. Dalam mengerjakan penelitian ini kami banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu izinkan kami pada kesempatan ini mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Direktur Jenderal Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat yang telah bersedia mendanai penelitian kami ini.
2. Bapak Tim Reviewer Penelitian Dasar yang telah bersedia menyeleksi dan memberi masukan dan penilaian terhadap kelayakan penelitian ini.
3. Bapak Rektor UNP, Bapak Dekan FMIPA UNP, Bapak Ketua Lembaga Penelitian UNP dan Bapak Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang beserta staf yang telah memfasilitasi kami melaksanakan penelitian ini.
4. Bapak Kepala BMG Padangpanjang yang telah memperkenankan kami menggunakan data gempa yang terdapat di BMG Padangpanjang.
5. Kepada rekan-rekan staf Jurusan Fisika FMIPA UNP yang dengan kerjasamanya telah membantu kami dalam melaksanakan penelitian ini.
6. Rekan-rekan mahasiswa yang terlibat aktif dalam penelitian ini yang telah bersedia mengedit dan mengenter data penelitian.
7. Semua semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu pada lembaran ini

Kami berharap bantuan dan fasilitas yang telah kami terima ini mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT.

Penelitian ini kami kerjakan dalam rangka mencari landasan dasar yang kuat untuk mitigasi gempa dan untuk mencari landasan solusi untuk mengurangi bencana gempa di Sumatera Barat pada masa mendatang. Disamping itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk pengembangan perkuliahan Geodinamika dan Seimologi Gempa Bumi pada Jurusan Fisika FMIPA UNP khususnya dan pada lembaga pendidikan serta lembaga sejenis lain umumnya. Kami menyadari bahwa laporan penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu kritik dan saran yang konstruktif sangat kami harapkan. Terakhir semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Padang, Oktober 2006
Tim Peneliti

PENGANTAR

Kegiatan penelitian mendukung pengembangan ilmu serta terapannya. Dalam hal ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang berusaha mendorong dosen untuk melakukan penelitian sebagai bagian integral dari kegiatan mengajarnya, baik yang secara langsung dibiayai oleh dana Universitas Negeri Padang maupun dana dari sumber lain yang relevan atau bekerjasama dengan instansi terkait.

Sehubungan dengan itu, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang bekerjasama dengan Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Ditjen Dikti Depdiknas dengan surat perjanjian kerja Nomor : 006/SP3/PP/DP2M/II/2006, tanggal 1 Februari 2006, bersedia membiayai pelaksanaan penelitian fundamental dengan judul **Studi Karakteristik Fisis Sumber Gempabumi di Wilayah Sumatera Barat**.

Kami menyambut gembira usaha yang dilakukan peneliti untuk menjawab berbagai permasalahan pembangunan, khususnya yang berkaitan dengan permasalahan penelitian tersebut di atas. Dengan selesainya penelitian ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang telah dapat memberikan informasi yang dapat dipakai sebagai bagian upaya penting dalam meningkatkan mutu pendidikan pada umumnya. Di samping itu, hasil penelitian ini juga diharapkan memberikan masukan bagi instansi terkait dalam rangka penyusunan kebijakan pembangunan.

Hasil penelitian ini telah ditelaah oleh tim pembahas usul dan laporan penelitian, kemudian untuk tujuan diseminasi, hasil penelitian ini telah diseminarkan ditingkat Universitas Negeri Padang. Mudah-mudahan penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pada umumnya, dan peningkatan mutu staf akademik Universitas Negeri Padang khususnya.

Pada kesempatan ini, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini. Secara khusus, kami menyampaikan terima kasih kepada Direktur Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Ditjen Dikti Depdiknas yang telah memberi dana untuk pelaksanaan penelitian ini. Kami yakin tanpa dedikasi dan kerjasama yang terjalin selama ini, penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan sebagaimana yang diharapkan dan semoga kerjasama yang baik ini akan menjadi lebih baik lagi di masa yang akan datang.

Terima kasih

Padang, Oktober 2006
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Negeri Padang



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

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR	i
RINGKASAN DAN SUMMARY	ii
PRAKATA	ix
PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Batasan Masalah	5
D. Pertanyaan Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Kondisi Tektonik Sumatera dan Subduksi Lempeng Indo-Australia	6
B. Segitiga Bola Le Pichon	9
C. Percepatan Tanah dan Intensitas Gempa	14
D. Hubungan Frekuensi, Magnitudo dan Energi Gempa Bumi	16
III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	17
A. Tujuan Penelitian	17
B. Manfaat Penelitian	18
IV. METODA PENELITIAN	18
A. Metode Penelitian	18
B. Desain Penelitian	19
V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	22
A. Hasil Penelitian	
1. Sudut Subduksi dan Kecepatan Penujaman	22
2. Magnitudo dan Percepatan Tanah	24
B. Pembahasan	26
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	33
A. Kesimpulan	33
B. Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	37

DAFTAR TABEL

Nama Tabel	Halaman
Tabel 1. Posisi kutub rotasi lempeng, akibat gerak relatif dua lempeng yang berdekatan	11
Tabel.2 Hubungan percepatan tanah maksimum dengan intensitas skala Mercalli dan Intensitas skala Jepang	16
Tabel 3. Posisi batas pertemuan lempeng untuk setiap penampang	23
Tabel 4. Besar sudut <i>subduksi</i> lempeng Indo-Australia ke lempeng Eurasia untuk tiap-tiap penampang di pantai barat Sumatera Barat	23
Tabel 5: Daftar hasil perhitungan konstanta persamaan parameter fisis karakteristik gempa tektonik di Sumatera Barat dan pesisir pantainya	24
Tabel 6. Nilai percepatan tanah maksimum berdasarkan koordinat bujur dan lintang	25
Tabel 7. Harga percepatan tanah maksimum, minimum dan rata-rata pada setiap kabupaten/kota di Sumatera Barat	30
Tabel 8. Harga percepatan tanah maksimum, minimum dan rata-rata pada setiap kecamatan di Sumatera Barat	30

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Zona subduksi antara lempeng samudera dan benua	6
Gambar 2. Morfologi subduksi lempeng Indo-Australia pada lempeng Eurasia	7
Gambar 3. Kondisi subduksi lempeng Indo-Australia pada lempeng Asia dan Aspek Kegempanya	8
Gambar 4. Kutub rotasi lempeng	9
Gambar 5. Posisi kutub rotasi lempeng	10
Gambar 6. Geometri untuk menentukan posisi kutub rotasi lempeng	10
Gambar 7. Gambar segitiga Le Pichon untuk menentukan sudut penunjaman lempeng samudera ke lempeng benua	11
Gambar 8. Pendekatan geometri spheris segitiga pada bola	12
Gambar 9. Geometri segitiga bola Le Pichon	12
Gambar 10: Vektor penunjaman lempeng samudera ke lempeng benua.	13
Gambar 11: Peta episenter gempa bumi untuk daerah Sumatera Barat dan sekitarnya periode 1900 – 2005	37
Gambar 12: Pola penunjaman lempeng Indo-Australia ke lempeng Eurasia untuk setiap jurus berdasarkan data seismisitas	38 - 42
Gambar 13: Peta kontur percepatan tanah maksimum oleh gempa tektonik di Sumatera Barat Berdasarkan Kabupaten Tahun 1900 – 2005	43
Gambar 14: Peta kontur percepatan tanah maksimum dengan grid oleh gempa tektonik di Sumatera Barat berdasarkan kabupaten tahun 1900 – 2005	44
Gambar 15: Peta distribusi intensitas gempa tektonik Sumatera Barat dan sekitarnya berdasarkan data gempa tahun 1900 - 2005	45
Gambar 16. Segmen garis jurus pengamatan subduksi lempeng Indo-Australia pada lempeng Eurasia pada Sumatera Barat	46
Gambar 17: Foto udara segmen sesar Air Mancur Padangpanjang	47
Gambar 18: Foto udara segmen sesar Lubuk Sikaping	47
Gambar 19: Foto udara sesar segmen sesar Sianok Bukittinggi	48
Gambar 20: Foto udara segmen sesar Ngalau Payakumbuh	48
Gambar 21: Foto udara segmen sesar Kotabaru Padangpanjang	49
Gambar 22: Foto udara segmen sesar Singkarak	49
Gambar 23: Foto udara segmen sesar Muarolabuh Solok Selatan	50
Gambar 24: Foto udara segmen sesar Alahanpanjang Solok	50
Gambar 25 : Sesar Lubuk Sikaping tanpak dari Barat Laut ke Tenggara	51
Gambar 26 : Sesar Padangpanjang	51
Gambar 27 : Ngalau Payakumbuh tanpak dari dasar ngalau	51
Gambar 28 : Rengkahan pada dinding sesar Muarolabuh	52
Gambar 29: Ngalau Payakumbuh	52
Gambar : 30 Malibau Anai tanpak dari dari atas	52
Gambar 31: Muaro labuh Solok Selatan	53

DAFTAR LAMPIRAN

Nama Lampiran	Halaman
Lampiran 1: Peta episenter gempa bumi untuk daerah Sumatera Barat dan sekitarnya periode 1900 - 2005	37
Lampiran 2 : Pola penujaman lempeng Indo-Australia pada lempeng Eurasia untuk setiap jurus berdasarkan data seismik	38
Lampiran 3 : Peta distribusi percepatan tanah oleh gempa tektonik di kawasan Sumatera Barat dan pesisir pantainya	43
Lampiran 4 : Peta Distribusi intensitas gempa tektonik di Sumatera Barat dan sekitarnya	45
Lampiran 5: Segmen garis jurus pengamatan subduksi lempeng Indo-Australia pada lempeng Eurasia pada Sumatera Barat.	46
Lampiran 6: Foto udara lokasi segmen sesar aktif di Sumatera Barat (Google Digital Foto) yang diakses 10 Oktober 2006	47
Lampiran 7: Foto darat lokasi segmen sesar aktif di Sumatera Barat	51
Lampiran 8: Personalia Penelitian	54
Lampiran 9: Artikel Ilmiah yang telah diseminar nasional pada tanggal 10-11 Juli 2006 pada pertemuan BKS PTN Indonesia Bagian Barat di Universitas Andalas Padang	55
Lampiran 10 : Draf artikel 2 (Boram artikel 2) dengan judul Subduksi Lempeng Indo-Australia Pada Lempeng Eurasia Di Pantai Barat Sumatera Barat	66