

**ESTIMASI POLA BIDANG SESAR DENGAN MENGGUNAKAN
INVERSI TENSOR MOMEN BERDASARKAN
MEKANISME SUMBER GEMPABUMI PADA PULAU SUMATERA**

SKRIPSI

Bidang Studi Fisika

**Diajukan sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada
Jurusan Fisika FMIPA**



OLEH :

**SURYO TRIBUONO
NIM. 08021281320002**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDERALAYA
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

**Estimasi Pola Bidang Sesar dengan Menggunakan
Inversi Tensor Momen Berdasarkan
Mekanisme Sumber Gempabumi pada Pulau Sumatra**

SKRIPSI

Bidang Studi Fisika

Diajukan sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada
Jurusan Fisika FMIPA

Oleh :

Suryo Tribuono

Nim. 08021281320002

Inderalaya, Juni 2017

Menyetujui,

Pembimbing II

Pembimbing I



Drs. Pradanto Poerwono, D.E.A.

NIP: 195807241985031012



M. Yusup Nur Khakim, Ph.D.

NIP: 197203041999031002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Drs. Octavianus Cakra Satya, M.T.

NIP: 196510011991021001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagi kamu. Dan boleh jadi kamu mencintai sesuatu, padahal ia amat buruk bagi kamu. Allah Maha mengetahui sedangkan kamu tidak mengetahui”
(Al-Baqarah: 216)

“Man Jadda Wa Jadda”
(Barang siapa yang bersungguh – sungguh akan mendapatkannya)

“Tak perlu malu karena berbuat kesalahan, sebab kesalahan akan membuatmu lebih bijak dari sebelumnya”

“Orang yang pintar bukanlah orang yang merasa pintar, akan tetapi orang yang merasa bodoh, dengan begitu ia tak akan pernah berhenti untuk terus belajar”

“Masa lalu saya adalah milik saya, masa lalu kamu adalah milik kamu, tapi masa depan adalah milik kita.”
(B.J. Habibie)

Ku persembahkan karya kecil ini untuk :
Kedua Orang Tuaku (Supangat & Asma Faiza)
Saudara kandungku (Joko Sampir, Ahmad Riyadi & Agil Abdulrahman)
Keponakan dan Keluarga besarku
Sahabat-sahabatku
Dan Almamaterku

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Estimasi Pola Bidang Sesar dengan Menggunakan Inversi Tensor Momen Berdasarkan Mekanisme Sumber Gempabumi pada Pulau Sumatera”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Bidang Studi Fisika.

Skripsi ini dapat diselesaikan berkat bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak M. Yusup Nur Khakim, Ph.D. dan Bapak Drs. Pradanto Poerwono, D.E.A., selaku Pembimbing Skripsi atas nasehat, arahan, bimbingan, motivasi dan ilmu yang telah diberikan dalam penulisan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Akhmad Aminuddin Bama, M.Si., Bapak Sutopo, S.Si., M.Si., dan Ibu Erni, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji.
3. Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya beserta para staff dan pegawainya.
4. Bapak Drs. Octavianus Cakra Satya, M.T., selaku Kepala Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Supardi, S.Pd., M.Si selaku Pembimbing Akademik selama di perkuliahan.
6. Para dosen di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya.
7. Bapak Sabar Ardiansyah dan Bapak Alexander Felix Taufan Parera, selaku Pembimbing Teknis selama penelitian tugas akhir yang telah membimbing, mengajari dan berbagi ilmu dalam penulisan skripsi ini.
8. Bapak Litman, S.T., selaku Kepala BMKG Stasiun Geofisika Kepahiang, Bengkulu.
9. Yopi Ruben Serhalawan yang telah menyempatkan waktu untuk membimbing saya secara *on-line*, walaupun belum pernah bertemu secara langsung.
10. Sahabat satu bimbingan : Hilda Handayani, Maiika Napitupulu, Tri Wulandari, Rika Damayanti, Diwa Trisepta Abiyyu, Damayanti Rotua Simatupang, Soya Gemaya, Muhammad Fadilla, dan Aditya Darma.
11. Sahabat karib penulis : Ngasto Nugroho, Novriansyah, Sintia Peronika, M Yulian Akbar, Fetrisa, Dian Marini, Adinda Allawiyah, Moch Rifqi Tamara, Umni Lathifah, S.Si., Liya Suryani, S.Si., Ayu Agustin, S.Si., Nita Susanti, S.Si., Kalybra

Supintra, Panji Agung Perkasa, dan Willy Antakusuma, S.Si. yang hingga saat ini selalu memberikan semangat dan motivasinya.

12. Sahabat seperantauan : Kiki Mayasari, Atika Irma Sari, Riski Ariska, Pebri Fitri Wulandari dan Deyan Novika S atas doa dan semangatnya.
13. Motivator : Muhammad Guntur, S.Si., dan Pofi Putri Utami, S.Si.
14. Heni Junainah, terimakasih atas kesediaan dalam meminjamkan laptopnya.
15. Keluarga besar Fisika 2013, Asisten Lab. Fisika Komputasi dan Asisten Lab. Fisika Lanjut.
16. Pak Nabair (Babe) dan mbak Fitri yang telah membantu dalam administrasi.
17. Dan semua pihak terkait dalam pembuatan skripsi ini.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini jauh dari kata sempurna namun penulis tetap berharap skripsi ini dapat menambah pengetahuan dan dapat bermanfaat bagi pembaca dan yang membutuhkan.

Indralaya, Juni 2017
Penulis

Suryo Tribuono
Nim. 0802128132002

**ESTIMASI POLA BIDANG SESAR DENGAN MENGGUNAKAN
INVERSI TENSOR MOMEN BERDASARKAN
MEKANISME SUMBER GEMPABUMI PADA PULAU SUMATERA**

Oleh :
Suryo Tribuono
Nim. 08021281320002

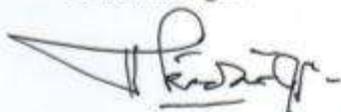
ABSTRAK

Wilayah Pulau Sumatera berada dibagian barat Indonesia yang merupakan daerah yang memiliki intensitas gempabumi yang cukup tinggi. Hal ini dikarenakan di sepanjang barat Pulau Sumatera terletak di antara pertemuan Lempeng Eurasia (lempeng benua) dan Indo-Australia (lempeng samudera) sehingga menghasilkan pola penunjaman (zona subduksi). Oleh karenanya, perlu diadakan penelitian mengenai pola bidang sesar dari gempabumi untuk menentukan jenis sesar yang terjadi di Pulau Sumatera dengan cara inversi tensor momen yang diimplementasikan dalam *software* ISOLA-GUI. Salah satu *event* gempabumi terbaru di wilayah Aceh, Pidie Jaya pada tanggal 06 Desember 2016. Berdasarkan inversi tensor momen dihasilkan pola bidang sesar pada zona Subduksi Sumatera yaitu *oblique* yang didominasi *dip slip reverse* dan pada zona Sesar Sumatera yaitu *strike-slip*. Sedangkan hasil inversi tensor momen pada *event* gempabumi Aceh, Pidie Jaya yaitu *strike-slip*, yang dikarenakan sesar aktif yang ada di Aceh, Pidie Jaya merupakan cabang dari Sesar Sumatera-di bagian utara.

Kata Kunci : Pola bidang sesar, inversi tensor momen, Subduksi Sumatera, Sesar Sumatera, Gempabumi Aceh (Pidie Jaya).

Inderalaya, Juni 2017

Pembimbing II



Drs. Pradanto Poerwono, D.E.A.
NIP: 195807241985031012

Pembimbing I



M. Yusup Nur Khakim, Ph.D.
NIP: 197203041999031002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Octavianus Cakra Satya, M.T.
NIP: 196510011991021001

**ESTIMATE PATTERN OF FAULT PLANE BY USING
MOMENT TENSOR INVERSION BASED
FOCAL MECHNISM OF EARTHQUAKE ON SUMATRA ISLAND**

By :
Suryo Tribuono
Nim. 08021281320002

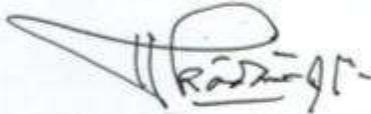
ABSTRACT

Sumatra Island region is located in the western part of Indonesia which is an area that has a high intensity of earthquake. It caused west of Sumatra Island located between the meeting of the Eurasian (continental plate) and Indo-Australian Plate (oceanic plate) so it produce a subduction pattern (subduction zone). Therefore, it is necessary to conducted research on the pattern of fault plane the earthquake to determine the type of fault that occurs on Sumatra island by moment tensor inversion that implemented in ISOLA-GUI software. One of the latest earthquake happened in Aceh, Pidie Jaya on Desember 06th, 2016. Based on the moment tensor inversion, is produce the pattern of fault plane in the Sumatra's subduction zone is oblique which is dominated by dip slip reverse and Sumatra's fault zone is strike-slip. While the moment tensor inversion in Aceh's earthquake, Pidie Jaya is-strike slip, due to active fault in Aceh, Pidie Jaya is a branch of the Northern in Sumatra's Fault.

Keywords : Pattern of fault plane, moment tensor inversion, Sumatra's Subduction zone, Sumatra's Fault, Aceh (Pidie Jaya) Earthquake.

Inderalaya, June 2017

Counsellor II



Drs. Pradanto Poerwono, D.E.A.
NIP: 195807241985031012

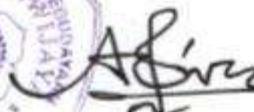
Counsellor I



M. Yusup Nur Khakim, Ph.D.
NIP: 197203041999031002



Knowing,
Chief Majors Physics


Drs. Octavianus Cakra Satya, M.T.
NIP: 196510011991021001

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	
Lembar Pengesahan	
Motto	iii
Kata Pengantar	iv
Abstrak	vi
Abstract	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	x
Bab I : Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
Bab II : Tinjauan Pustaka	3
2.1. Pengertian Gempabumi	3
2.2. Teori Tektonik Lempeng	3
2.3. Tataan Tektonik Indonesia	4
2.3.1. Keadaan Tektonik Sumatera	5
2.4. Teori Dasar Mekanisme Sumber Gempabumi	6
2.4.1. Mekanisme Sumber Gempabumi	6
2.4.2. Teori Kopel Tunggal dan Kopel Ganda	8
2.4.3. Metode Inversi	9
2.4.4. Fungsi Green dan Tensor Momen	10
2.4.5. Jenis-jenis Sesar	12
Bab III : Metodologi Penelitian.....	14
3.1. Waktu dan tempat Penelitian	15
3.2. Data dan Metode	15
3.2.1. Data	15
3.2.2. Metode	17
3.3. Diagram Alir	19
Bab IV : Hasil dan Pembahasan	20
4.1. Analisis Hasil Inversi	20
4.2. Analisis <i>Event</i> Gempabumi pada zona Subduksi dan Sesar Sumatera	21
4.3. Analisis <i>Event</i> Gempabumi Aceh (Pidie Jaya)	25
Bab V : Penutup	28
5.1. Kesimpulan	28
5.2. Saran.....	28
Daftar Pustaka	29
Lampiran	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Batas pertemuan lempeng a). Konvergensi b). Divergensi c). Transformasi	4
Gambar 2.2. Peta tektonik kawasan Indonesia	5
Gambar 2.3. Keadaan Tektonik pulau Sumatera	6
Gambar 2.4. Orientasi bidang sesar	7
Gambar 2.5. Sistem gaya (a) kopel tunggal dan (b) kopel ganda	8
Gambar 2.6. Arah pergerakan partikel dan arah rambat penjalaran gelombang a). gelombang P. b) gelombang S	9
Gambar 2.7. Sembilan pasangan gaya dari komponen tensor momen	10
Gambar 2.8. Tensor momen elementer yang digunakan dalam inversi tensor momen. A mewakili sesar mendatar murni, B dan C mewakili sesar <i>dip-slip</i> , D dan E mewakili sesar <i>dip-slip</i> dengan kemiringan 45 ^o serta F mewakili sumber isotropik yang meradiasikan energi secara merata ke semua arah	11
Gambar 2.9. Sesar turun (<i>Normal fault</i>).....	12
Gambar 2.10. Sesar naik (<i>reverse fault</i> atau <i>thrust fault</i>)	12
Gambar 2.11. Sesar mendatar (<i>strike slip fault</i>)	13
Gambar 2.12. Sesar Kombinasi	13
Gambar 3.1. Peta persebaran stasiun seismik di pulau Sumatera	15
Gambar 3.2. Model kecepatan lapisan kerak bumi	17
Gambar 4.1. Hasil inversi <i>waveform</i> gempabumi Aceh (Pidie Jaya) pada tanggal 06 Desember 2016	21
Gambar 4.2. Hasil <i>plotting beach ball</i> pada zona Subduksi dan Sesar Sumatera	24
Gambar 4.3. Hasil <i>plotting beach ball</i> pada Aceh (Pidie Jaya)	27

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Jadwal pelaksanaan tugas akhir	14
Tabel 3.2 Data <i>event</i> gempabumi pada zona subduksi Sumatera	15
Tabel 3.3. Data <i>event</i> gempabumi Aceh (Pidie Jaya)	16
Tabel 4.1. Hasil dari komponen tensor momen gempabumi pada zona Subduksi dan Sesar Sumatera	22
Tabel 4.2. Bidang sesar dan bidang bantu pada zona Subduksi dan Sesar Sumatera	22
Tabel 4.3. Hasil <i>beach ball</i> dan pola bidang sesar pada zona subduksi dan Sesar Sumatera	23
Tabel 4.4. Hasil tensor momen gempabumi pada zona sesar Sumatera	25
Tabel 4.5. Bidang sesar dan bidang bantu pada gempabumi Aceh (Pidie Jaya)	26
Tabel 4.6. Hasil <i>beach ball</i> dan pola bidang sesar pada gempabumi Aceh (Pidie Jaya)	26

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gempabumi tektonik salah satu ancaman besar bagi masyarakat yang tinggal di wilayah sekitar perbatasan lempeng. Kepulauan Indonesia merupakan wilayah yang memiliki intensitas gempabumi yang relatif tinggi. Hal ini karena terletak di antara tiga lempeng yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik. Pulau Sumatera terletak di antara pertemuan Lempeng Eurasia yang bergeser ke arah barat daya dengan kecepatan 2,6 – 4,1 cm pertahun dan Lempeng Indo-Australia yang bergeser relatif ke arah barat laut dengan kecepatan 5,5 – 7 cm pertahun (Ibrahim dkk, 2010). Interaksi Lempeng Eurasia (lempeng benua) dan Lempeng Indo-Australia (lempeng samudera) menghasilkan pola penunjaman atau zona subduksi di sepanjang pesisir barat Pulau Sumatera yang mengakibatkan daerah tersebut sering mengalami gempabumi. Selain zona subduksi, Pulau Sumatera memiliki pola tektonik yaitu Sesar Mentawai dan Sesar Sumatera yang membelah dari utara sampai selatan Pulau Sumatera dengan intensitas gempabumi yang cukup tinggi.

Menurut data Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), wilayah Sumatera memiliki intensitas gempabumi yang sangat tinggi. Tercatat dalam kurun waktu 5 tahun (2012 – 2016) telah terjadi 1.951 *event* gempabumi dengan magnitudo $\geq 4,0$. Dengan rincian data, gempabumi dengan magnitudo 4,0 – 4,9 memiliki presentase 87,03 %, magnitudo 5,0 – 5,9 memiliki persentase 11,99 %, magnitudo 6,0 – 6,9 memiliki persentase 0,77 %, dan sisanya yang memiliki magnitudo ≥ 7 yaitu 0,21 % atau hanya 4 *event* gempabumi yang terjadi.

Pada akhir tahun 2016, terjadi gempabumi di bagian utara Pulau Sumatera tepatnya pada daerah Pidie Jaya, Provinsi Aceh yang terletak di sekitar zona Sesar Sumatera. Episenter gempabumi tersebut terletak pada 5,28° LU dan 96,17° BT berada pada kedalaman 13 km dengan magnitudo 6,5 Mw. Gempabumi tersebut menimbulkan kerugian material serta korban jiwa pada wilayah Aceh (BNPB, 2016).

Pemahaman terhadap karakteristik suatu sesar yang mengakibatkan gempabumi diperlukan untuk memperkirakan atau mengetahui karakter serta dampak dari

gempabumi. Karena itulah perlu dilakukan pemodelan tensor momen gempabumi. Tensor momen merupakan representasi matematis dari arah gaya pada sumber gempabumi yang digambarkan dengan *beach ball* yang mempunyai arti fisis, bagian yang cerah merupakan asal gaya yang menekan ke arah bagian yang gelap. Permodelan ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode inversi yang memanfaatkan waktu tiba gelombang P dan diestimasi dengan menggunakan fungsi Green *waveform* tiga komponen (Sokos dan Zahradnik, 2008).

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara menentukan mekanisme sumber gempabumi pada Pulau Sumatera?
2. Bagaimana cara menentukan pola bidang sesar dan parameternya berdasarkan mekanisme sumber gempabumi pada Pulau Sumatera?
3. Apa jenis sesar yang dihasilkan berdasarkan mekanisme sumber gempabumi pada Pulau Sumatera?

1.3. Batasan Masalah

Penelitian ini difokuskan untuk menganalisis mekanisme sumber gempabumi dengan metode inversi tensor momen data *waveform* tiga komponen. Dalam studi kasus ini data yang digunakan adalah gempabumi yang terjadi di pulau Sumatera pada zona subduksi dan sesar Sumatera dengan magnitudo (M_w) $\geq 4,4$ dari tahun 2012 sampai 2016.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk menentukan mekanisme sumber dan pola bidang sesar yang diakibatkan gempabumi dengan cara metode inversi tensor momen data *waveform* tiga komponen. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui pola bidang sesar (*Strike*, *Dip*, dan *Rake*) pada zona subduksi dan zona sesar Sumatera di pulau Sumatera.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, S., 2014. *Skripsi : Proses Pemicuan Gempabumi Signifikan Daerah Bengkulu dan Sekitarnya Ditinjau dari Perubahan Tegangan Coulomb (Periode Tahun 2000 Hingga 2010)*. Jakarta : Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Baxter, S. 2000. *Earthquake Basic*. Delaware : University of Delaware Newark.
- Bormann, P., 2002. *Manual Baru Praktik Pengamatan Seismologi (MBPS²) Jilid 1A*. Jakarta : Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Ibrahim, G., Subardjo, dan Sendjaja, P., 2010. *Tektonik dan Mineral Di Indonesia*. Jakarta : Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Lowrie, W., 2007. *Fundamentals of Geophysics Second Edition*. New York : Cambridge University.
- Natawidjaja, D. H., 2007. *Gempabumi dan Tsunami di Sumatera dan Upaya untuk Mengembangkan Lingkungan Hidup yang Aman dari Bencana Alam*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Ndeo, N.M., 2012. *Laporan Kerja : Analisis Inversi Seismogram Tiga Komponen untuk Menentukan Mekanisme Sumber Gempabumi Mentawai 2010 dan Aceh 2012*. Jakarta : Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Noor, D., 2012. *Pengantar Geologi*. Bogor : Universitas Pakuan.
- Pawirodikromo, W., 2012. *Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar.
- Pranata, D.A., 2010. *Skripsi : Analisis Mekanisme Fokus Gempabumi Di Meulaboh (Nanggroe Aceh Darussalam) 9 Mei 2010*. Jakarta : Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Serhalawan, Y.R., 2016. *Penyesaran Normal di Zona Subduksi (Studi Kasus: Gempabumi Kebumen 25 Januari 2014)*. Jakarta : Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Setyowidodo, I. dan Pamungkas F., 2015. *Inversi Waveform Tiga Komponen Gempa Bumi Tanggal 10 Januari 2010 dan 18 Mei 2010 untuk Menentukan Pola Bidang Patahan Yang Berkembang Di Pulau Jawa melalui Analisis Momen Tensor*. Jurnal Nusantara of Research, 2(2):111-118.
- Setyowidodo, I. dan Santoso, B.J., 2011. *Analisis Seismogram Tiga Komponen terhadap Moment Tensor Gempa Bumi di Manokwari Papua 03 Januari 2009*. Jurnal Neutrino, 3(2):1979-6374.
- Shearer, P.M., 2009. *Introduction to Seismology Second Edition*. New York : Cambridge University.
- Sokos, E. N., dan Zahrandik, J. 2008. *ISOLA a fortran code and a Matlab GUI to perform multiple-point source inversion of seismic data*. Computers and Geoscience, 34 (2008): 967-977.

Sunarjo, Gunawan, M.T., dan Pribadi, S., 2010. *Gempabumi Edisi Populer*. Jakarta :
Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.

<http://geograph88.blogspot.co.id>, diakses tanggal 20 Agustus 2016.

<https://en.wikipwdia.org>, diakses tanggal 27 Agustus 2016.

<http://202.90.198.100/webdc3/>, diakses pada tanggal 10 Oktober 2017.