

**TOMOGRAFI SEISMİK LOKAL UNTUK STRUKTUR BAWAH
PERMUKAAN DENGAN MENGGUNAKAN DATA GEMPA**

ISC (Studi Kasus : Sumatera Barat dan Sekitarnya)

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Sains Bidang Studi Fisika



Oleh

ISFI APRILLIA

NIM : 08021181722055

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

HALAMAN PENGESAHAN

**TOMOGRAFI SEISMİK LOKAL UNTUK STRUKTUR BAWAH
PERMUKAAN DENGAN MENGGUNAKAN DATA GEMPA ISC**

(Studi Kasus : Sumatera Barat dan Sekitarnya)

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Sains Bidang Studi Fisika

Oleh:

**ISFI APRILLIA
08021181722055**

Indralaya, 24 November 2021

Menyetujui,

Pembimbing II



Drs. Pradanto Poerwono, DEA
NIP. 195807241985031012

Pembimbing I



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

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Friskya Virgo, S.Si, M.T.

NIP. 19700910199421001

KATA PENGANTAR

BISMILLAHIRRAHMANIRRAHIM

Assalamua'alaikum wr.wb.

Syukur Alhamdulillah segala puji bagi Allah Yang Maha Pengasih dan lagi Penyayang yang memberikan karunia kepada kita semua. Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Tomografi Seismik Lokal untuk Struktur Bawah Permukaan Menggunakan Data Gempa ISC (Studi Kasus : Sumatera Barat dan Sekitarnya)”**. Tulisan ini merupakan salah satu persyaratan untuk memenuhi mata kuliah tugas akhir.

Dalam penulisan proposal tugas akhir ini penulis menyadari masih terdapat kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki. Adapun dalam penulisan proposal tugas akhir ini banyak pihak yang telah membantu serta memberikan motivasi dan semangat kepada penulis sehingga proposal tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu penulis ingin memberikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
2. Orang tua dan Saudara yang telah memberikan dukungan moril dan materil serta memberikan semangat yang tiada henti.
3. Bapak M. Yusup Nur Khakim, Ph. D selaku pembimbing pertama penelitian dan Bapak Drs. Pradanto Poerwono, DEA selaku pembimbing kedua penelitian yang telah memberikan kesempatan, bimbingan, ilmu, kesabaran dan waktu.
4. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S. Si, M. Si selaku ketua jurusan Fisika dan dosen-dosen jurusan Fisika yang telah memberi ilmu dan waktu, serta kepada staff-staff yang terkait.
5. Bapak Octavianus, C. S., M.T selaku dosen Pembimbing Akademik.
6. Saudara Rachma Puspa Wardani dan Elda Astrita yang telah banyak membantu dalam penelitian.
7. Teman-teman dibalik layar : Nadia Nur Anisa, Jenny Alanna Engka, Rendy Malikulmulki Wahid, Evan Kurniadi Wardana, Ryan Apratama dan Amin Rusli.

8. Teman-teman Fisika angkatan 2017.

Akhir kata penulis memohon maaf apabila banyak salah dalam penulisan ini, dan semoga hasil penelitian dapat bermanfaat bagi pembaca.

Indralaya, 24 November 2021

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Isfi Aprillia', with a horizontal line underneath.

Isfi Aprillia

08021181722055

**STOMOGRAFI SEISMIK LOKAL UNTUK STRUKTUR BAWAH
PERMUKAAN DENGAN MENGGUNAKAN DATA GEMPA ISC (Studi
Kasus : Sumatera Barat dan Sekitarnya)**

Isfi Aprillia

08021181722055

ABSTRAK

Pada penelitian ini digunakan metode tomografi seismik untuk menggambarkan struktur bawah permukaan pada daerah Sumatera Barat. Metode tomografi seismik untuk memperoleh distribusi anomali gelombang P, gelombang S (V_p dan V_s) serta rasio V_p/V_s . Data yang digunakan diambil dari web ISC (*Internation Seismological Center*) dengan rentan waktu 1 Januari 1900 hingga 31 Agustus 2021. Data tersebut diseleksi untuk kejadian gempa bumi dengan minimal 3 *phase* yang disiapkan menjadi data input proses tomografi menggunakan notepad. Untuk memperoleh model kecepatan seismik dan parameter sumber menggunakan algoritma tomografi gempa bumi lokal yang terdapat didalamnya relokasi sumber dan inversi tomografi berulang. Dilakukan juga pengujian papan catur yang digunakan untuk mengevaluasi resolusi hasil inversi secara horizontal dan vertikal. Berdasarkan hasil kegempaan terjadi di zona subduksi Sumatera yaitu penunjaman lempeng Indo-Australia dibawah lempeng Eurasia. Selain itu, sesar Mentawai dan sesar Semangko dapat diidentifikasi sebagai pemicu gempa bumi di wilayah Sumatera Barat.

Kata kunci : Gempa bumi, tomografi seismik, Sesar Semangko, Sesar Mentawai

Indralaya, 24 November 2021

Menyetujui,

Pembimbing II



Drs. Pradanto Poerwono, DEA
NIP. 195807241985031012

Pembimbing I



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

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Friskya Virgo, S.Si, M.T.

NIP. 19700910199421001

ANALYSIS USING ISC DATA (Case Study : West Sumatera and Surrounding Areas)

Isfi Aprillia

08021181722055

ABSTRACT

Seismic tomography was applied to estimate subsurface structures West Sumatera. Based on anomalies of P- dan S-wave velocity (V_p and V_s) and V_p - V_s ratio. Earthquake data were downloaded from ISC (International Seismological Center) website from January 1, 1900 to August 31, 2021. Earthquake events with a minimum of 3 phase were selected for tomography input. Seismic velocity models and source parameters were estimated by using a local earthquake tomography algorithm consisting of source relocation and tomographic inversion. A checkerboard test was also conducted to evaluate horizontal and vertical resolution. Based on the results seismicity occurred in the Sumatran subduction zone which is descending the Indo-Australian plate beneath the Eurasian plate. In addition, Mentawai faults and Semangko faults can be identified triggering earthquakes in the West Sumatera region.

Key words : Earthquakes, seismic tomography, Semangko fault, Mentawai fault.

Indralaya, 24 November 2021

Menyetujui,

Pembimbing II



Drs. Pradanto Poerwono, DEA
NIP. 195807241985031012


Pembimbing I



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

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Friskya Virgo, S.Si, M.T.

NIP. 19700910199421001

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vvi
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat	2
BAB II	3
2.1. Geologi Regional Sumatera Barat.....	3
2.2. Gempa Bumi	4
2.3. Gunung Api di Sumatera Barat.....	4
2.4. Sesar	5
2.4.1. Sesar Sumatera (Patahan Semangko).....	5
2.4.2. Sesar Mentawai	5
2.5. Gelombang Seismik	6
2.5.1. Gelombang P	6
2.5.2. Gelombang S	7
2.6. Tomografi Seismik.....	7
2.6.1. Tomografi Seismik Waktu Tempuh	7
2.6.2. Parameterisasi	7
2.6.3. Inversi Tomografi	8
2.6.4. <i>Raytracing</i>	9

2.6.5. Uji Resolusi <i>Checkerboard</i>	10
2.7. Software Lotos	10
BAB III	12
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	12
3.2. Data dan Daerah Penelitian.....	12
3.3. Pengolahan Data dan Interpretasi	13
BAB IV	16
4.1. Hasil	16
4.1.1. Pengumpulan Data	16
4.1.2. Anomali Distribusi Kecepatan 3D	16
4.1.3. Analisis Struktur Berdasarkan Rasio V_p/V_s	21
4.1.4. Pengujian Papan Catur (<i>Checkerboard</i>)	23
4.2. Pembahasan.....	29
4.2.1. Interpretasi Struktur Bawah Permukaan	29
BAB V	31
5.1. KESIMPULAN	31
5.2. SARAN.....	31
DAFTAR PUSTAKA	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Peta Sumatera Barat dan sekitarnya	3
Gambar 2.2. Dua macam parameterisasi model.....	8
Gambar 3.1. Peta daerah penelitian	12
Gambar 3.2. Diagram alir penelitian	15
Gambar 4.1. Distribusi anomali Vp bidang horizontal	16
Gambar 4.2. Distribusi anomali Vs bidang horizontal.....	17
Gambar 4.3. <i>Cross Section</i>	18
Gambar 4.4. Anomali Vp pada garis <i>cross section</i> 1A-1B.....	19
Gambar 4.5. Anomali Vp pada garis <i>cross section</i> 2A-2B.....	19
Gambar 4.6. Anomali Vp pada garis <i>cross section</i> 3A-3B.....	19
Gambar 4.7. Anomali Vp pada garis <i>cross section</i> 4A-4B	20
Gambar 4.8. Anomali Vs pada garis <i>cross section</i> 1A-1B.....	20
Gambar 4.9. Anomali Vs pada garis <i>cross section</i> 2A-2B.....	20
Gambar 4.10. Anomali Vs pada garis <i>cross section</i> 3A-3B.....	20
Gambar 4.11. Anomali Vs pada garis <i>cross section</i> 4A-4B.....	21
Gambar 4.12. Distribusi anomali Vp/Vs bidang horizontal	22
Gambar 4.13. Anomali rasio Vp/Vs pada garis <i>cross section</i> 1A-1B.....	22
Gambar 4.14. Anomali rasio Vp/Vs pada garis <i>cross section</i> 2A-2B.....	23
Gambar 4.15. Anomali rasio Vp/Vs pada garis <i>cross section</i> 3A-3B.....	23
Gambar 4.16. Anomali rasio Vp/Vs pada garis <i>cross section</i> 4A-4B.....	23
Gambar 4.17. Hasil rekontruksi model Vp	24
Gambar 4.18. Hasil rekontruksi model Vs	25
Gambar 4.19. Hasil rekontruksi model Vp/Vs	26
Gambar 4.20. Hasil rekontruksi model Vp bidang vertikal 1A-1B.....	26
Gambar 4.21. Hasil rekontruksi model Vp bidang vertikal 2A-2B.....	27
Gambar 4.22. Hasil rekontruksi model Vp bidang vertikal 3A-3B.....	27
Gambar 4.23. Hasil rekontruksi model Vp bidang vertikal 4A-4B.....	27
Gambar 4.24. Hasil rekontruksi model Vs bidang vertikal 1A-1B.....	27
Gambar 4.25. Hasil rekontruksi model Vs bidang vertikal 2A-2B.....	28

Gambar 4.26. Hasil rekontruksi model Vs bidang vertikal 3A-3B.....	28
Gambar 4.27. Hasil rekontruksi model Vs bidang vertikal 4A-4B.....	28
Gambar 4.28. Hasil rekontruksi model Vp/Vs bidang vertikal 1A-1B.....	28
Gambar 4.29. Hasil rekontruksi model Vp/Vs bidang vertikal 2A-2B.....	29
Gambar 4.30. Hasil rekontruksi model Vp/Vs bidang vertikal 3A-3B.....	29
Gambar 4.31. Hasil rekontruksi model Vp/Vs bidang vertikal 4A-4B.....	29
Gambar 4.32. Interpretasi struktur kecepatan bawah permukaan	30
Gambar 4.33. Relokasi hiposenter Sumatera Barat	30
Gambar 4.34. Distribusi sumber gempa dan stasiun perekam	31

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang sangat rawan terhadap bencana gempa bumi. Hal ini dikarenakan wilayah Indonesia terletak pada batas pertemuan tiga lempeng besar dunia yang sangat aktif yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik dan lempeng Indo-Australia (Pasau dan Tanauma, 2011). Salah satu wilayah di Indonesia yang rawan terhadap gempa bumi adalah pulau Sumatera. Letak geografis Pulau Sumatera berada pada wilayah zona tektonik aktif yang ditunjukkan oleh zona penunjaman lempeng, jalur sesar aktif serta rentetan gunung api aktif yang membentang dari bagian utara Pulau Sumatera sampai wilayah Selat Sunda. Pulau Sumatera memiliki zona sesar Sumatera yang mengakibatkan wilayah yang berada disepanjang sesar ini adalah wilayah yang rawan akan terjadinya gempa bumi, salah satu contohnya yaitu wilayah Sumatera Barat. Wilayah Sumatera Barat memiliki beberapa sumber utama sebagai sumber terjadinya gempa bumi yang diantaranya adalah zona subduksi, sesar mentawai serta patahan semangko yang mengakibatkan terdapatnya zona seismik aktif pada wilayah Sumatera Barat. Zona seismik aktif ini dapat diidentifikasi dengan menggunakan metode yang bisa untuk menggambarkan kondisi struktur bawah permukaan bumi. Adapun metode yang digunakan yaitu metode tomografi seismik. Metode tomografi seismik adalah metode atau teknik pencitraan untuk menentukan sifat fisis dari bawah permukaan bumi (Hidayatunnisak dkk., 2014). Pada penelitian ini metode tomografi seismik dilakukan dengan menggunakan *software* Lotos. *Software* lotos menghasilkan distribusi anomali kecepatan P dan S, rasio V_p/V_s serta memperoleh struktur bawah permukaan bumi (Ambarsari dan Supardiyono, 2019).

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana hubungan distribusi kegempaan terhadap struktur bawah permukaan Sumatera Barat dan sekitarnya ?

2. Bagaimana anomali kecepatan gelombang P(V_p), kecepatan gelombang S (V_s) dan rasio (V_p/V_s) pada wilayah Sumatera Barat dan sekitarnya ?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis hubungan distribusi kegempaan terhadap struktur bawah permukaan.
2. Menganalisis tentang anomali kecepatan gelombang dan rasio pada wilayah Sumatera Barat dan sekitarnya.

1.4. Batasan Masalah

Data waktu tiba yang digunakan dari ISC (*International Seismological Center*) dengan rentan waktu 01 Januari 1900 sampai dengan 31 Agustus 2021.

1.5. Manfaat

Manfaat yang diperoleh pada penelitian adalah dapat diketahuinya struktur bawah permukaan Sumatera Barat untuk mendukung upaya mitigasi bencana alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarsari, N dan Supardiyono, 2019. *Analisis Model Kecepatan 3D Gelombang P dan S Gempa Bumi Lokal di Jawa Timur Menggunakan LOTOS-12*. Jurnal Inovasi Fisika Indonesia, 8 (1) : 30–34.
- Anggriawan, I., 2014. *Inventarisasi Jamur Tingkat Tinggi (Basidiomycetes) di Gunung Singgalang Sumatera Barat*. Jurnal Biologi Universitas Andalas, 3(2) : 147–153.
- Asrori, A. D. dan Santosa, B. J., 2015. *Migrasi Domain Kedalaman Menggunakan Model Kecepatan Interval dari Atribut Common Reflection Surface Studi Kasus pada Data Seismik Laut 2D*. Jurnal Sains dan Seni, 4 (1) : 32–37.
- Budiman, A., 2011. *Analisis Periode Ulang Dan Aktivitas Kegempaan Pada Daerah Sumatera Barat Dan Sekitarnya*. Jurnal Ilmu Fisika Universitas Andalas, 3 (2) : 55–61.
- Hadthya, R., Sutikno, S. dan Sujatmoko, B., 2014. *Simulasi Penanganan Potensi Aliran Debris Di Gunung Sago (Studi Kasus Di Batang Lakin, Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota)*. Jurnal FTEKNIK, 1(2) : 1–14.
- Handayani, L. dan Harjono, H., 2008. *Perkembangan Tektonik Daerah Busur Muka Selat Sunda dan Hubungannya dengan Zona Sesar Sumatera*. Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan, 18 (2) : 31–40.
- Hasan, M. M. dan Santosa, B. J., 2014. *Analisa Pola Subduksi Sesar Pada Zona Sesar di Wilayah Sumatera Barat dari Event Gempa pada Tahun 2013*. Jurnal Sains dan Seni Pomits, 3 (1) : 11–14.
- Hidayatunnisak, S., Susilo, A., dan Anshori, M., 2014. *Studi Tomografi Seismik untuk Menentukan Model Kecepatan Gelombang P Daerah Bali*. Brawijaya Physics Journal, 2 (1) : 1–5.
- Irwansyah, E. dkk., 2011. *Pengembangan Aplikasi Sistem Informasi Geografis Untuk Monitoring Gempabumi*. Jurnal Informatika, 11 (1) : 49–54.

- Juwitarini, A. dan Supardiyono, 2019. *Analisis Model Kecepatan Tomografi 3D Body Waves pada Gempa Bumi di Wilayah Sulawesi Tengah Tahun 2008-2018 Menggunakan LOTOS-12*. Jurnal Inovasi Fisika Indonesia, 3(8) : 48-50.
- Koulakov, I., 2009. *LOTOS Code for Local Earthquake Tomographic Inversion: Benchmarks for Testing Tomographic Algorithms*. Bulletin of the Seismological Society of America. 1 (99) : 194-214.
- Madrinovella, I., Widiyantoro, S. dan Meilano, I., 2011. *Relokasi Hiposenter Gempa Padang 30 September 2009 Menggunakan Metode Double Difference*. Jurnal Teknik Mesin, 18 (1) : 3–10.
- Monalia, P., 2011. *Analisis Model Kecepatan Berdasarkan Tomografi Refleksi Waktu Tempuh*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Mustafa, B., 2010. *Analisis Gempa Nias Dan Gempa Sumatera Barat Dan Kesamaannya Yang Tidak Menimbulkan Tsunami*. Jurnal Ilmu Fisika, 2 (1) : 44–50.
- Nurwidyanto, M. I., 2011. *Pemodelan Anomali Gravitasi Sesar Dengan Pendekatan Model Sheet (Modelling Gravity Anomalies of Fault By Sheet Model Approach)*. Berkala Fisika, 14 (4) : 129–134.
- Pasau, G. dan Tanauma, A., 2011. *Pemodelan Sumber Gempa di Wilayah Sulawesi Utara Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Gempa Bumi*. Jurnal Ilmiah Sains, 11 (2) : 202–209.
- Pujiastuti, D., Permata, A. dan Mustafa, B. 2009. *Studi Kegempaan Vulkanik Gunung Api Marapi Sumatera Barat*. Jurnal Ilmu Fisika, 1 (2) : 28-38.
- Ramdhan, M. dkk., 2019. *Uji Resolusi Tomografi Seismik Waktu Tempuh Lokal Menggunakan Dua Input Model Sintetik*. Journal of Mathematics and Its Applications, 16 (2) : 95–104.
- Rminda, M. R., Brotopuspito, K. S. dan Triastuty, H., 2018. *Identifikasi Lokasi dan Q Factor Hiposenter Gunungapi Marapi, Sumatera Barat*. Berkala Mipa, 25 (1) : 1–8.

- Ry, R. V., 2013. *Aplikasi Metode Inversi Simulated Annealing pada Penentuan Hiposenter Gempa Mikro dan Tomografi Waktu Tunda 3-D Struktur Kecepatan Seismik untuk Studi Kasus Lapangan Panas Bumi "RR"*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Sari, A. W., Jasruddin, dan Ihsan, N., 2012. *Analisis Rekahan Gempa Bumi dan Gempa Bumi Susulan dengan Menggunakan Metode Omori*. Sains dan Pendidikan Fisika, 8 (3) : 263–268.
- Susilo, F. A., Liliana, dan Budhi, G. S., 2011. *Penggunaan Kurva Lagrange untuk Memperhalus Permukaan Mesh pada Metode Ray Tracing*. Jurnal Pelita Informatika, 2 (3) : 77–82.
- Tabah, F. dan Danusaputro, I., 2010. *Inversi Model Based Untuk Gambaran Litologi Bawah Permukaan*. Jurnal Sains Dan Matematika, 18 (3) : 88–93.
- Taufik, R., Syaifuddin, F. dan Mariyanto, 2019. *Travel Time Tomography Menggunakan Data Seismik Interferometri untuk Menggambarkan Model Kecepatan Gelombang pada Lapangan "X"*. Jurnal Geosaintek, 5 (2) : 42–51.
- Timor, A. R., Andre, H. dan Hazmi, A., 2016. *Analisis Gelombang Elektromagnetik dan Seismik yang Ditimbulkan Oleh Gejala Gempa*. Jurnal Nasional Teknik Elektro. 3 (5) : 315-324.