

**PENCITRAAN TOMOGRAFI KECEPATAN GELOMBANG SEISMIC
UNTUK MENGIDENTIFIKASI ANOMALI BAWAH PERMUKAAN
DI WILAYAH PROVINSI LAMPUNG**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Program Studi Fisika



Disusun oleh :

RAHMATINA AULIA

08021181823009

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

LEMBAR PENGESAHAN

**PENCITRAAN TOMOGRAFI KECEPATAN GELOMBANG SEISMIC
UNTUK MENGIDENTIFIKASI ANOMALI BAWAH PERMUKAAN
DI WILAYAH PROVINSI LAMPUNG**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Program Studi Fisika

Disusun Oleh:

RAHMATINA AULIA

08021181823009

Indralaya, Januari 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II



Adhi Wibowo, S.T., M.Sc.

NIP. 198702202008121001

Dosen Pembimbing I

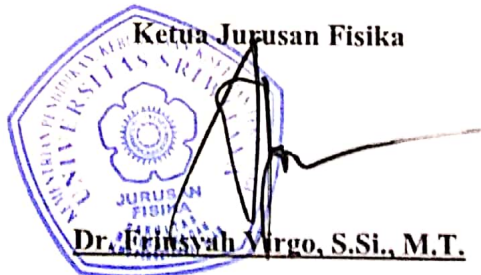


Sutopo, S.Si., M.Si.

NIP. 197111171998021001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



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

NIP. 197009101994121001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, mahasiswa Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya:

Nama : Rahmatina Aulia

NIM : 08021181823009

Judul Skripsi : Pencitraan Tomografi Kecepatan Gelombang Seismik untuk Mengidentifikasi Anomali Bawah Permukaan di Wilayah Provinsi Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul tersebut adalah asli atau orisinalitas dan mengikuti etika penulisan karya tulis ilmiah sampai pada waktu skripsi ini diselesaikan, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Program Studi Fisika Universitas Sriwijaya.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila dikemudian hari terdapat kesalahan ataupun keterangan palsu dalam surat pernyataan ini, maka saya siap bertanggung jawab secara akademik dan bersedia menjalani proses hukum yang telah ditetapkan.

Indralaya, Januari 2023

Yang menyatakan



Rahmatina Aulia

NIM. 08021181823009

HALAMAN PERSEMBAHAN

حَسْبُنَا اللَّهُ وَنِعْمَ الْوَكِيلُ

“God is enough for us; and how excellent a Guardian is He.”

(QS. Ali Imran: 173)

كُتِبَ عَلَيْكُمُ الْقِتَالُ وَهُوَ كُرْهُ لَكُمْ وَعَسَىٰ أَنْ تَكْرَهُوا شَيْئًا وَهُوَ
خَيْرٌ لَّكُمْ وَعَسَىٰ أَنْ تُحِبُّوا شَيْئًا وَهُوَ شَرٌّ لَّكُمْ وَاللَّهُ يَعْلَمُ وَأَنْتُمْ لَا
تَعْلَمُونَ

*“But perhaps you hate a thing and it is good for you; and perhaps you love a
thing and it is bad for you. And Allah Knows, while you know not.”*

(QS. Al Baqarah: 216)

Skripsi ini dipersembahkan untuk:

Ayah, Umi, Adik, keluarga besar, dan semua orang terdekat yang saya sayangi

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, khususnya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang dilaksanakan dengan tujuan untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Fisika. Skripsi yang penulis buat ini menjelaskan tentang “Pencitraan Tomografi Kecepatan Gelombang Seismik untuk Mengidentifikasi Anomali Bawah Permukaan di Wilayah Provinsi Lampung”.

Pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan terima kasih atas bantuan dan dukungan dari berbagai pihak yang terkait mulai dari awal pelaksanaan penelitian sampai proses penyusunan skripsi. Secara khusus, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Prof. Dr. Ir. H Anis Saggaf, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya yang memberikan perizinan dalam penelitian skripsi ini.
3. Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang memberikan perizinan dalam penelitian skripsi ini.
4. Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan serta semangat kepada penulis dalam kegiatan akademik sampai penyusunan skripsi.
5. Bapak Sutopo S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak waktu, bimbingan, arahan, bantuan, motivasi, dan dukungan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Adhi Wibowo, S.T. M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak waktu, bimbingan, arahan, bantuan, motivasi dan dukungan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.

7. Bapak M. Yusup Nur Khakim, Ph.D. selaku Dosen Penguji I atas kesediaanya menjadi penguji dan memberikan masukan serta saran selama penyusunan skripsi.
8. Dr. Fiber Monado, M.Si. selaku Dosen Penguji II atas kesediaanya menjadi penguji dan memberikan masukan serta saran selama penyusunan skripsi.
9. Seluruh Dosen dan Staf Administrasi Jurusan Fisika yang telah mendidik, membimbing serta memberikan ilmu pengetahuan selama penulis menempuh pendidikan di Jurusan Fisika Universitas Sriwijaya.
10. Kepala dan seluruh Staf Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Stasiun Geofisika Kotabumi Lampung Utara yang telah memberikan kesempatan dan banyak bantuan kepada penulis selama penelitian berlangsung.
11. Ayah, Umi, Adik, dan seluruh keluarga besar atas segala cinta dan kasih sayang, doa yang tak pernah berhenti mengiringi langkah, dukungan moral maupun materi, motivasi serta pengorbanan selama ini.
12. Kepada Jijah, Ariq, dan Ukon yang telah memberikan bantuan dan dukungan.
13. Seluruh sahabat dekat Nabiil, Juler, Ganter, Bow, Andra, Apip, Adit, Sigit, Ari, Opi yang selalu menemani dan berbagi cerita serta memberikan banyak bantuan dan dukungan kepada penulis.
14. Kepada Laila, Miftah, Maysha, Ade, Cynthia, Thamara, Tajma'ah yang telah menjadi tempat diskusi serta memberikan bantuan kepada penulis selama masa perkuliahan.
15. Teman-teman seperjuangan Fisika Angkatan 2018 (AMFI8I), Geofisika 2018, serta seluruh anggota HIMAFIA terimakasih atas semua bantuannya kepada penulis selama masa perkuliahan.
16. Semua pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Dengan segala kerendahan hati penulis ucapkan terima kasih.

Penulis menyadari bahwa dalam menyusun skripsi ini masih terdapat banyak kekeliruan dan sangat jauh dari kata sempurna yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan bantuan berupa saran dan kritik yang sifatnya membangun

untuk perbaikan kedepannya. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membacanya.

Indralaya, Januari 2023

Penulis

Rahmatina Aulia

**PENCITRAAN TOMOGRAFI KECEPATAN GELOMBANG SEISMIK UNTUK
MENGIDENTIFIKASI ANOMALI BAWAH PERMUKAAN DI WILAYAH
PROVINSI LAMPUNG**

Rahmatina Aulia^{1,*}

¹*Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya,
Sumatera Selatan, Indonesia*

*auliarahmatina1@gmail.com

ABSTRAK

Provinsi Lampung merupakan salah satu wilayah di Indonesia dengan aktivitas kegempaan yang tinggi diakibatkan oleh zona subduksi antara Lempeng Eurasia dengan Lempeng Indo-Australia serta sesar tektonik aktif yaitu Sesar Sumatera atau Sesar Semangko. Tomografi seismik diharapkan dapat menggambarkan keadaan tektonik tersebut. Pada studi ini menggunakan program tomografi SimulPS12. Data gempabumi dari BMKG (Januari 2010 – Desember 2021) sebanyak 3772 kejadian gempabumi dengan data waktu tiba gelombang P sebanyak 29.841 fase dan gelombang S sebanyak 19.136 fase dari 33 stasiun seismik. Hasil penelitian ini menunjukkan aktivitas seismik diakibatkan oleh zona lemah dari sesar-sesar aktif yang berasosiasi dengan aktivitas vulkanik. Anomali perubahan kecepatan negatif dengan rasio V_p/V_s tinggi di bawah gunung api aktif diinterpretasikan sebagai *partial melting*, sedangkan dengan rasio V_p/V_s rendah diinterpretasikan sebagai adanya sistem *geothermal* yang di dominasi oleh uap.

Kata Kunci : Gempabumi, Interpretasi seismik, Provinsi Lampung, Tomografi.

Indralaya, Januari 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II



Adhi Wibowo, S.T., M.Sc.

NIP. 198702202008121001

Dosen Pembimbing I



Sutopo, S.Si., M.Si.

NIP. 197111171998021001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika**



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

NIP. 197009101994121001

**SEISMIC WAVE VELOCITY TOMOGRAPHY IMAGING TO IDENTIFY
SUBSCRIPTION ANOMALIES IN LAMPUNG PROVINCE**

Rahmatina Aulia^{1,*}

¹*Department of Physics, Faculty of Mathematics dan Natural Science, Sriwijaya University,
South Sumatera, Indonesia*

*aularahmatina1@gmail.com

ABSTRACT

Lampung Province is one of the regions in Indonesia with high seismic activity caused by the subduction zone between the Eurasian Plate and the Indo-Australian Plate as well as an active tectonic fault, namely the Sumatra Fault or Semangko Fault. Seismic tomography is expected to describe the tectonic situation. In this study, the SimulPS12 tomography program was used. Earthquake data from the BMKG (January 2010 - December 2021) totaled 3772 earthquake events with 29.841 phases of P wave arrival time data and 19.136 phases of S wave from 33 seismic stations. The results of this study indicate that seismic activity is caused by a weak zone of active faults associated with volcanic activity. Anomalies of negative velocity change with a high Vp/Vs ratio under an active volcano are interpreted as partial melting, while those with a low Vp/Vs ratio are interpreted as the presence of a steam-dominated geothermal system.

Keywords: Earthquake, Seismic Interpretation, Lampung Province, Tomography.

Indralaya, Januari 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II



Adhi Wibowo, S.T., M.Sc.

NIP. 198702202008121001

Dosen Pembimbing I



Sutopo, S.Si., M.Si.

NIP. 197111171998021001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Erinsyah Varjo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Pengertian dan Proses Terjadinya Gempabumi.....	5
2.2. Gelombang Seismik.....	6
2.3. Tatanan tektonik dan Geologi Provinsi Lampung.....	9
2.4. Pengertian Tomografi Seismik.....	13
2.5. Parameterisasi Model	14
2.6. <i>Ray Tracing</i>	15
2.7. Inversi Tomografi.....	17
2.8. Resolusi dan Analisis Kesalahan.....	20
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
3.2. Wilayah Penelitian.....	22
3.3. Alat Penelitian	22
3.4. Data Penelitian.....	23
3.5. Tahapan Penelitian	24
3.6. Diagram Alir Penelitian.....	28

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1. Data Hasil Keluaran dari Program Inversi Tomografi SimulPS12	32
4.2. Uji Resolusi Menggunakan Metode <i>Checkerboard Resolution Test</i>	33
4.3. Model Struktur Kecepatan Gelombang Seismik (Gelombang P dan S) serta Rasio V_p/V_s	39
4.4. Hasil dan Interpretasi Struktur Bawah Permukaan dari Tomogram Penampang Vertikal (<i>Cross Section</i>).....	49
BAB V. PENUTUP.....	61
5.1. Kesimpulan.....	61
5.2. Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Gelombang P dan gelombang S gempa (Setiawan, 2019)	7
Gambar 2.2.	Karakteristik gelombang P dan gelombang S menembus interior bumi (Setiawan, 2019).....	7
Gambar 2.3.	Peta tektonik wilayah Indonesia (PUSGEN, 2017).....	8
Gambar 2.4.	Sesar aktif utama Sumatera serta Sumatera bagian selatan (PUSGEN, 2017)	9
Gambar 2.5	Sesar aktif di wilayah Provinsi Lampung (digambar ulang dari data PUSGEN, 2017)	10
Gambar 2.6.	Peta geologi wilayah Lampung (Supartoyo, 2007)	11
Gambar 2.7.	Tiga cara untuk mengekspresikan struktur Bumi tiga dimensi. (a) pendekatan blok; (b) pendekatan grid; dan (c) pendekatan batas-grid (Zhao, 2015).....	13
Gambar 2.8.	Ilustrasi dari skema tiga titik <i>ray segment</i> (Um and Thurber, 1987)	15
Gambar 2.9.	Contoh kurva <i>trade-off</i> (Zhao, 2015)	18
Gambar 2.10.	Ilustrasi proses uji resolusi <i>checkerboard</i>	19
Gambar 3.1.	Peta Provinsi Lampung dan sekitarnya	20
Gambar 3.2.	Peta sebaran grid wilayah Provinsi Lampung dan sekitarnya	24
Gambar 3.3.	Diagram alir penelitian	28
Gambar 3.4.	Diagram alir proses program SimulPS12, Matlab, dan GMT sampai didapatkan citra tomogram	30
Gambar 4.1.	Hasil uji resolusi <i>checkerboard</i> tomogram perubahan V_p pada kedalaman 0 km, 10 km, 20 km, 30 km, 40 km, 50 km, 60 km, 70 km, 90 km, 120 km, 150 km, 200 km, dan 300 km.....	34
Gambar 4.2.	Hasil uji resolusi <i>checkerboard</i> tomogram perubahan V_s pada kedalaman 0 km, 10 km, 20 km, 30 km, 40 km, 50 km, 60 km, 70 km, 90 km, 120 km, 150 km, 200 km, dan 300 km.....	36
Gambar 4.3.	Tomogram perubahan V_p (%) pada kedalaman (a) 0 km, (b) 10 km, (c) 20 km, (d) 30 km, (e) 40 km, (f) 50 km, (g) 60 km, (h) 70 km, (i) 90 km, (j) 120 km, (k) 150 km, (l) 200 km, (m) 300 km.....	40

Gambar 4.4.	Tomogram perubahan V_s (%) pada kedalaman (a) 0 km, (b) 10 km, (c) 20 km, (d) 30 km, (e) 40 km, (f) 50 km, (g) 60 km, (h) 70 km, (i) 90 km, (j) 120 km, (k) 150 km, (l) 200 km, (m) 300 km.....	42
Gambar 4.5.	Tomogram perubahan V_p/V_s pada kedalaman (a) 0 km, (b) 10 km, (c) 20 km, (d) 30 km, (e) 40 km, (f) 50 km, (g) 60 km, (h) 70 km, (i) 90 km, (j) 120 km, (k) 150 km, (l) 200 km, (m) 300 km.....	45
Gambar 4.6.	Peta irisan vertikal (<i>cross section</i>) wilayah Provinsi Lampung	50
Gambar 4.7.	Tomogram penampang vertikal titik A – A' (a) Tomogram perubahan V_p , (b) Tomogram perubahan V_s , (c) Tomogram rasio V_p/V_s , (d) <i>Checkerboard</i> perubahan V_p , (e) <i>Checkerboard</i> perubahan V_s	52
Gambar 4.8.	Tomogram penampang vertikal titik B – B' (a) Tomogram perubahan V_p , (b) Tomogram perubahan V_s , (c) Tomogram rasio V_p/V_s , (d) <i>Checkerboard</i> perubahan V_p , (e) <i>Checkerboard</i> perubahan V_s	53
Gambar 4.9.	Cekungan Suoh beserta sesar aktif Sumatera bagian selatan dan Provinsi Lampung (Natawidjaja, 2018)	55
Gambar 4.10.	Tomogram penampang vertikal titik C – C' (a) Tomogram perubahan V_p , (b) Tomogram perubahan V_s , (c) Tomogram rasio V_p/V_s , (d) <i>Checkerboard</i> perubahan V_p , (e) <i>Checkerboard</i> perubahan V_s	55
Gambar 4.11.	Peta geologi lokal daerah Ulubelu Tanggamus, Lampung Utara (Panjaitan, 2010).....	57
Gambar 4.12.	Tomogram penampang vertikal titik D – D' (a) Tomogram perubahan V_p , (b) Tomogram perubahan V_s , (c) Tomogram rasio V_p/V_s , (d) <i>Checkerboard</i> perubahan V_p , (e) <i>Checkerboard</i> perubahan V_s	57
Gambar 4.13.	Tomogram penampang vertikal titik E – E' (a) Tomogram perubahan V_p , (b) Tomogram perubahan V_s , (c) Tomogram rasio V_p/V_s , (d) <i>Checkerboard</i> perubahan V_p , (e) <i>Checkerboard</i> perubahan V_s	59

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Koordinat dan elevasi stasiun pencatat yang digunakan	21
Tabel 3.2.	Variasi interval grid wilayah penelitian.....	24

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kondisi tektonik Indonesia terletak pada pertemuan lempeng besar dunia dan beberapa lempeng kecil. Indonesia dikelilingi oleh empat lempeng utama, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, Lempeng Laut Filipina, dan Lempeng Pasifik. Lempeng Indo-Australia terletak di sebelah selatan Pulau Sumatra dan Jawa, lempeng Eurasia di wilayah Sumatra bagian timur dan Pulau Kalimantan, dan lempeng Pasifik terletak di utara Pulau Irian Jaya (Sunarjo dkk., 2012). Sebagai akibat dari proses tektonik yang terjadi, peristiwa gempa sering terjadi di sebagian besar wilayah Indonesia. Salah satu sumber gempa yang telah jelas teridentifikasi adalah zona subduksi aktif di bagian barat hingga bagian timur Indonesia. Selain itu, sisa energi dari proses tumbukan antar lempeng tersebut akan mengakibatkan adanya sesar di daratan atau lautan di beberapa pulau dan laut Indonesia. Selain itu, pergerakan lempeng-lempeng tektonik mengakibatkan seluruh wilayah Indonesia berada dalam kawasan “*Ring of Fire*” atau cincin api Pasifik yang aktif (PUSGEN, 2017).

Pada wilayah penelitian ini yaitu Provinsi Lampung memiliki sifat kegempaan (seismisitas) yang aktif dengan sumber utamanya adalah aktifitas penunjaman Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia di perairan barat Lampung. Salah satu kejadian gempabumi besar dan merusak yang pernah terjadi adalah pada daerah Liwa. Daerah Liwa sangat rawan gempabumi karena terletak di atas segmen Patahan Semangko yang aktif. Gempabumi yang terjadi pada tahun 1933, berkekuatan sekitar 7,5 SR yang berpengaruh dari utara lembah Suoh sampai ke perbatasan Bengkulu. Gempabumi Liwa kembali terjadi pada 15 Februari 1994 dengan kekuatan 7,2 SR, yang mengakibatkan kerusakan parah di Liwa Kabupaten Lampung Barat Provinsi Lampung dengan gempa yang berpusat di Sesar Semangko (Meitawati dkk., 2018).

Data kecepatan gelombang seismik dari rekaman kejadian gempabumi yang pernah terjadi ini dimanfaatkan oleh para ahli geofisika untuk menggambarkan struktur interior 3-D permukaan bumi yang dikenal dengan sebutan teknik

pencitraan tomografi seismik. Tomografi seismik memanfaatkan sumber yang menghasilkan gelombang seismik untuk menyelidiki target geologi (Lo and Inderwiesen, 1994).

Analisis tomografi wilayah Provinsi Lampung pernah dilakukan oleh Stasiun Geofisika Kelas III Lampung Utara yang dimuat dalam laporan kajian mereka terkait kegempaan akibat sesar lokal di wilayah Lampung. Analisis tomografi dalam kajian ini menggunakan metode *double-difference* (tomoDD) yang dapat menghasilkan model bawah permukaan yang digambarkan oleh kecepatan gelombang seismik relatif dan sekaligus dapat merelokasi parameter hiposenter gempa bumi yang lebih akurat dan presisi. Kajian analisis ini menghasilkan tomogram perubahan V_p (%) pada kedalaman 0 km, 5 km, 10 km, 15 km, 25 km, 35 km, 45 km, dan 60 km. Berdasarkan dari hasil tomografi wilayah sesar di Lampung, memperlihatkan anomali perubahan kecepatan gelombang P yang negatif pada kedalaman 0 - 25 km di sekitar zona sesar Sumatera dan jalur vulkanik. Anomali perubahan kecepatan negatif ini mempresentasikan zona-zona lemah bagian dari Sesar Sumatera yang berasosiasi dengan aktivitas busur vulkanik dan struktur *thermal* yang berasal dari lelehan tektonik yang menujam (BMKG, 2019).

Penelitian terkait pencitraan tomografi seismik ini telah cukup banyak dilakukan di beberapa wilayah di Indonesia. Penelitian terkait tomografi seismik menggunakan *software* SimulPS12 pernah dilakukan di Indonesia Timur, tepatnya di Banda Arc. Data yang digunakan terdiri dari waktu tempuh dari setiap kejadian di setiap stasiun seismik beserta parameter hiposenternya seperti *longitude*, *latitude*, *origin time*, *depth*, dan *magnitude*. Total 22 stasiun seismik BMKG yang digunakan dalam penelitian ini tersebar dari Flores, Timor, Tanimbar, Aru, Papua Nugini, Seram, Buru dan pulau-pulau sekitarnya. Total data kejadian gempa bumi sebanyak 7336 dengan 46446 pengamatan gelombang P dan 15467 pengamatan gelombang S. Penelitian ini menggunakan model kecepatan awal AK135 dan *ray tracing pseudo-bending* (Sulaiman dkk., 2021). Penelitian terkait tomografi menggunakan *software* SimulPS12 juga pernah dilakukan di wilayah Papua menggunakan metode inversi simultan, dengan tujuan untuk mendapatkan posisi

sumber gempa yang akurat dan gambaran bawah permukaan wilayah Papua. Data yang digunakan adalah data hasil pengamatan Pusat Gempabumi Regional V Jayapura (Hakim dkk., 2017).

Tomografi seismik adalah alat yang ampuh yang telah disediakan oleh para seismolog kepada komunitas geosains dan telah sangat memengaruhi perkembangan dalam ilmu kebumiharian. Pengaruh dari tomografi seismik ini akan terus berlanjut untuk waktu yang lama karena cakupannya yang luas untuk memahami struktur dan proses bumi (Zhao, 2015). Aplikasi lapangan telah menunjukkan bahwa tomografi seismik dapat memberikan manfaat, seperti pemetaan struktur bawah permukaan, penggambaran reservoir, dan pemantauan proses pemulihan minyak yang ditingkatkan (Lo and Inderwiesen, 1994).

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pencitraan tomografi seismik menggunakan data gempabumi?
2. Bagaimana menentukan distribusi anomali kecepatan gelombang P (V_p), kecepatan gelombang S (V_s), serta rasio V_p/V_s di wilayah Provinsi Lampung?
3. Bagaimana pencitraan 3D bawah permukaan Provinsi Lampung sehingga dapat ditentukan wilayah-wilayah rawan gempa?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Memahami tahapan-tahapan dalam pencitraan tomografi seismik menggunakan data gempabumi.
2. Mengetahui dan memahami citra tomografi bawah permukaan yang ditinjau dari anomali kecepatan gelombang P (V_p), kecepatan gelombang S (V_s), serta rasio V_p/V_s di wilayah Provinsi Lampung.
3. Mengetahui pencitraan 3D bawah permukaan Provinsi Lampung sehingga dapat ditentukan wilayah-wilayah rawan gempa.

1.4. Manfaat Penelitian

a. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai upaya mitigasi bencana gempa bumi berdasarkan dari gambaran interior permukaan bumi yang didapatkan, karena dari gambaran interior permukaan bumi ini dapat ditentukan wilayah-wilayah rawan gempa.

b. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan serta menjadikan bahan referensi bagi pembaca dan masih dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya terkait pencitraan tomografi seismik.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika. 2017. *Gempabumi Wilayah Lampung*. Informasi Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika – Stasiun Geofisika Kelas III Kotabumi Lampung Utara.
- Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika. 2019. *Kajian Kegempaan Akibat Sesar Lokal di Wilayah Lampung dengan Memanfaatkan Jaringan InaTEWS*. Informasi Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika – Stasiun Geofisika Kelas III Kotabumi Lampung Utara.
- Berryman, J. G., 1991. *Lecture Notes on Nonlinear Inversion and Tomography : I. Borehole Seismic Tomography*. Livermore : Lawrence Livermore National Laboratory.
- Evans, J. R., Eberhart-Phillips, D., and Thurber, C. H., 1994. *User's Manual for SIMULPS12 for Imaging V_p and V_p/V_s : A Derivative of The "Thurber" Tomographic Inversion SIMUL3 for Local Earthquakes and Explosions*. U.S. Geological Survey. Open File Rep. 94-431.
- Haerudin, N., Alami, F., dan Rustadi, 2019. *Mikroseismik, Mikrotremor dan Microearthquake dalam Ilmu Kebumihan*. Bandar Lampung : Pusaka Media.
- Hakim, A. R., Rohadi, S. dan Jatnika, J., 2017. *Relokasi Hiposenter dan Tomografi Gelombang P Menggunakan Metode Inversi Simultan di Wilayah Papua*. Jurnal Meteorologi dan Geofisika, 2 (18) : 65-68.
- Hidayat, N. dan Santoso, E. W., 1997. *Gempa Bumi dan Mekanismenya*. Jurnal Alami, 3 (2) : 51.
- Ibrahim, G. dan Subardjo, 2004. *Buku Seismologi*. Jakarta : Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Iyer, H. M. and Hirahara, K., 1993. *Seismic Tomography Theory and Practice*. London : Chapman and Hall.
- Kennett, B. L. N., Engdahl, E. R. and Buland, R., 1995. *Constraints on Seismic Velocities in The Earth from Traveltimes*. Geophys J. Int., 122 : pp. 108 - 124.

- Lestari, T. and Nugraha, A. D., 2014. *Imaging of 3-D Seismic Velocity Structure of Southern Sumatra Region Using Double Difference Tomographic Method*. The 4th International Symposium on Earthquake and Disaster Mitigation. AIP Publishing : AIP Conference Proceedings.
- Lo, T. and Inderwiesen, P. L., 1994. *Geophysical Monograph Series : Fundamentals of Seismic Tomography*. United States of America : Society of Exploration Geophysicist.
- Londono, J. M. dan Sudo, Y., 2002. *Velocity Structure and A Seismic Model for Nevado del Ruiz Volcano (Colombia)*. Journal Volcanology and Geothermal, 119 : 61-87.
- McCaffrey, R., 2009. *The Tectonic Framework of The Sumatran Subduction Zone*. Annu. Rev. Earth Planet. Sci., 37 : 345-366.
- Meitawati, P. M. dkk., 2018. *Perbandingan Nilai Percepatan Tanah Maksimum Berdasarkan Modifikasi Konstanta Atenuasi dan Data Accelerograph Tahun 2008-2016 Pada Stasiun BMKG Lampung*. Jurnal Geofisika Eksplorasi, 2 (4) : 1 -15.
- Mustafa, B., 2010. *Analisis Gempa Nias dan Gempa Sumatera Barat dan Kesamaannya yang Tidak Menimbulkan Tsunami*. Jurnal Ilmu Fisika (JIF), 1 (2) : 44-46.
- Natawidjaja, D. H., 2018. *Updating Active Fault Maps and Sliprates Along The Sumatran Fault Zone, Indonesia*. Global Colloquium on GeoSciences and Engineering 2017. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 118 (2018). IOP Publishing.
- Nolet, G. 2008. *A Breviary of Seismic Tomography : Imaging the Interior of the Earth and Sun*. New York : Cambridge University Press.
- Nugraha, A. D. et al., 2013. *High Resolution Seismic Velocity Structure Around The Yamasaki Fault Zone Of Southwest Japan As Revealed From Travel-Time Tomography*. Earth Planets Space, Vol. 68 : 871-881.

- Paige, C. C. and Saunders, M. A., 1982. *LSQR: An Algorithm for Sparse Linear Equations and Sparse Least Squares*. ACM Transactions on Mathematical Software, 1 (8) : 43-71.
- Panjaitan, S., 2010. *Geologi Daerah Panas Bumi Ulubelu Tanggamus, Lampung Utara Berdasarkan Analisis Metode Magnetotellurik (MT)*. JSDG, 2 (20) : 69 -91.
- Prawiradisastra, S., 2013. *Identifikasi Daerah Rawan Bencana Tanah Longsor di Provinsi Lampung*. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia, 1 (15) : 52 -59.
- Ramdhan, M. dkk., 2019. *Struktur Kecepatan Seismik di Bawah Gunung Merapi dan Sekitarnya Berdasarkan Studi Tomografi Seismik Waktu Tempuh*. Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan, 2 (29) : 227-238.
- Robinson, E. A. and Treitel, S., 2008. *Digital Imaging and Deconvolution : The ABCs of Seismic Exploration and Processing*. Tulsa : Society of Exploration Geophysicist.
- Setiawan, B., 2019. *Buku Ajar Tektonofisik*. Banda Aceh : Syah Kuala University Press.
- Sieh, K. and Natawidjaja, D., 2000. *Neotectonics of The Sumatran fault, Indonesia*. Journal of Geophysical Research, B12 (105) : 28,295 - 28,326.
- Sugianto, N., Farid, M. dan Suhendra, 2017. *Kondisi Geologi Lokal Kota Bengkulu Berdasarkan Ground Shear Strain (GSS)*. Spektra: Jurnal Fisika dan Aplikasinya, 1 (2) : 30-32.
- Sulaiman, M. I. et al., 2021. *Early Results of Eastern Indonesia P-wave Tomography Study Using Regional Events*. The 3rd Southeast Asian Conference on Geophysics. IOP Publishing : IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 873.
- Sunarjo, Gunawan, M. T. dan Pribadi, S., 2012. *Gempa Bumi Edisi Populer*. Jakarta : Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Tim Pusat Studi Gempa Nasional, 2017. *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan

Perumahan dan Permukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan, serta Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Thurber, C., 1993. *Local Earthquake Tomography: Velocities and Vp/Vs—Theory in Seismic Tomography: Theory and Practice* pp. 563–583 eds Iyer H.M., Hirahara K. Chapman & Hall London.

Thurber, C. H. and Eberhart-Phillips, D., 1999. *Local Earthquake Tomography with Flexible Gridding*. *Computers & Geosciences*, 25 : 809-818.

Um, J. and Thurber, C. H., 1987. *A Fast Algorithm for Two Points Seismic Ray Tracing*, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 77 : 972-986.

Wibowo, N. B. dan Sembri, J. N., 2017. *Analisis Seismisitas dan Energi Gempabumi di Kawasan Jalur Sesar Opak-Oyo Yogyakarta*. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 2 (7) : 83.

Wibowo, A., 2017. *Relokasi Hiposenter dan Tomografi Gelombang Seismik Wilayah Sumatera Menggunakan Metode Double Difference*. Thesis. Program Studi S2 Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Zhao, D. 2015. *Multiscale Seismic Tomography*. Sendai : Springer Geophysics.