

**PENGGAMBARAN BAWAH PERMUKAAN DARI DATA GEMPA DENGAN  
METODE TOMOGRAFI  
(Studi Kasus : Jawa Tengah)**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika**



**OLEH**  
**ELDA ASTRITA**  
**08021181722005**

**JURUSAN FISIKA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2021**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PENGGAMBARAN BAWAH PERMUKAAN DARI DATA GEMPA DENGAN**  
**METODE TOMOGRAFI**  
**(Studi Kasus : Jawa Tengah)**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika

**Oleh :**

**ELDA ASTRITA**  
**08021181722005**

Indralaya, 24 November 2021

**Menyetujui,**

**Pembimbing II**



**Drs. Pradanto Poerwono, DEA**  
NIP. 195807241985031012

**Pembimbing I**



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

Mengetahui,



## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

*“Karena Tuhanlah yang memberikan hikmat, dari mulutNya datang pengetahuan dan kepandaian. Ia menyediakan pertolongan bagi orang yang jujur, menjadi perisai bagi orang yang tidak tercela lakunya, sambil menjaga keadilan, dan memelihara jalan orang-orangNya yang setia. Maka engkau akan mengerti tentang kebenaran, keadilan, dan kejujuran bahkan setiap jalan yang baik. Karena hikmat akan masuk ke dalam hatimu dan pengetahuan akan menyenangkan jiwamu, kebijaksanaan akan memelihara engkau, kepandaian akan menjaga engkau”*

**Amsal 2: 6-11**

*“I Can Do All Things Through Christ Who Gives Me Strength”*

**Philippians 4:13**

**Kupersembahkan Tulisan ini kepada:**

**Mama, Papa dan Abang**

**Keluarga Besarku**

**Almamaterku**

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kasihNya yang diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **PENGGAMBARAN BAWAH PERMUKAAN DARI DATA GEMPA DENGAN METODE TOMOGRAFI** (Studi Kasus : Jawa Tengah) . Penulisan skripsi ini bertujuan untuk dapat memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Sains pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberi dukungan kepada penulis baik secara langsung maupun secara tidak langsung di dalam penyelesaian skripsi ini. Ucapan ini penulis tujukkan kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus yang selalu menyertai penulis, memberikan berkat kepada penulis.
2. Kedua Orang Tua yang sangat penulis cintai, yang telah memberi dukungan penuh kepada penulis dan selalu mendoakan yang terbaik untuk penulis.
3. Abangkut terkasih yang selalu memberikan nasihat positif kepada penulis, mendengarkan keluh kesah penulis, menjadi sosok saudara yang sangat baik kepada penulis dengan memberi dukungan setiap waktu.
4. Bapak M. Yusup Nur Khakim, Ph.D dan Bapak Drs. Pradanto Poerwono, DEA selaku dosen pembimbing
5. Bapak Dr. Dedi Setiabudidaya selaku dosen PA penulis.
6. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T. selaku ketua Jurusan Fisika. Universitas Sriwijaya
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika Universitas Sriwijaya serta para staff.
8. Sahabat sejati Verensia Melenia, yang saling berbagi keluh kesah selama SMP-sekarang. Pertemanan 10 tahun yang sangat berarti. Kepada Dinda Fatria sebagai salah satu sahabat penulis.
9. Para sahabat perjuanganku Eonni (Rachma Puspa Wardani) dan Uni (Isfi Aprillia)
10. Pendengar yang baik Dedek (Rendy Malikulmulki Wahid)
11. Orang-orang asik dibangku perkuliahan “Fraksi Perindu” (Evan Kurniadi Wardana, Isfi Aprillia, Rachma Puspa Wardani, Nadia Nur Anisa, Jenny Alanna Engka, Amin Rusli, Ryan Apratama, Rendy Malikulmulki Wahid).

12. Anak Ikan yang berprinsip “HahaHiHi Ngalur Bae” Carin Veronika dan Lia Wulandari.
13. Kakak-Kakak Receh Terkasih “BLACKPINK RECEH KOIN” Kak Ke (Yunike Sagala), Koleng (Ola Simarmata), Mbak (Wahyu Butar-Butar), Eonni Git (Gita Manalu), Maba (Venny Manurung), Cecew (Christina Vivid) yang mewarnai masa perkuliahan
14. Perkumpulan “ALL OF US” (Bang Ivo, Bang Bonni, Bang Pipin, Ka Gita, Koleng, Mbak, Kak Ke) yang memberi canda tawa
15. Teman-Teman Fisika 17, Geofisika 17
16. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu. Penulis sangat mengucapkan terima kasih

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka kepada pembaca untuk dapat memberikan kritik dan saran yang membangun untuk penulis dan untuk skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat baik kepada penulis maupun kepada pembaca, serta dapat dijadikan sebagai referensi yang positif.

Atas perhatiannya, penulis mengucapkan banyak terima kasih,

Indralaya, 24 November 2021

Penulis



**Elda Astrita**  
**NIM. 08021181722005**

**PENGGAMBARAN BAWAH PERMUKAAN DARI DATA GEMPA DENGAN  
METODE TOMOGRAFI  
(Studi Kasus : Jawa Tengah)**

**Elda Astrita  
08021181722005**

**ABSTRAK**

Jawa Tengah merupakan wilayah yang rawan terjadi gempa bumi. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis struktur bawah permukaan di daerah Jawa Tengah dengan menggunakan metode tomografi. Metode ini memperkirakan anomali kecepatan gelombang P dan S, serta rasio Vp/Vs dari data gempa yang didapatkan dari *International Seismological Center* (ISC) selama 20 tahun (2000-2020). Data waktu tiba dipilih untuk kejadian gempa bumi dengan minimal 5 *phase/event* sebagai *input* tomografi dalam *software* LOTOS-13. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas kegempaan banyak terjadi di bagian selatan daerah penelitian. Kegempaan ini dikarenakan adanya gesekan antara lempeng Indo-Australia dengan lempeng Eurasia di zona subduksi. Selain itu, pada kedalaman 0 km hingga 30 km terindikasi adanya anomali negatif berupa struktur geologi, seperti sesar opak, sesar lasem dan juga dapur magma gunung Merapi.

Kata Kunci : Gempa bumi, Tomografi, Data ISC, Interpretasi seismik, Jawa Tengah

**Menyetujui,**

**Pembimbing II**



**Drs. Pradanto Poerwono, DEA**  
**NIP. 195807241985031012**

**Pembimbing I**



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

Mengetahui,



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

**NIP: 197009101994121001**

**SUBSURFACE IMAGING BASED ON EARTHQUAKE DATA BY USING  
TOMOGRAPHY METHOD  
(Case Study : Central Java)**

**Elda Astrita  
08021181722005**

**ABSTRAC**

Central Java is an areas which is vulnerable to earthquakes. This study aims to analysis subsurface structures in this area by using a local tomography method. This method estimated anomalies of P and S waves velocities, and Vp/Vs ratio from earthquakes data downloaded from the International Seismological Center (ISC) for 20 years (2000-2020). Arrival time data were selected for earthquake events with more than 5 phases/events for a tomography input in the LOTOS-13 software. The results shows that seismicity occurred mostly in the southern part of the study area. This seismicity was caused by friction between the Indo-Australian plate and the Eurasian plate in the subduction zone. In addition, in the depth of 0-30 km negative anomalies indicated as geological structures, such as opaque faults, lasem faults as well as a magma chamber of Mount Merapi.

Keywords: Earthquake, Tomography, ISC Data, Seismic interpretation, Central Java  
**Menyetujui,**

**Pembimbing II**



**Drs. Pradanto Poerwono, DEA**  
NIP. 195807241985031012

**Pembimbing I**



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

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



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

**NIP: 197009101994121001**

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK .....	ivi-vii
DAFTAR GAMBAR .....	x-xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II.....	4
2.1 Struktur Geologi Jawa Tengah.....	4
2.2 Aktivitas Vulkanik.....	4
3.1 Sesar/Patahan .....	5
2.4 Gempa Bumi .....	6
2.5 Gelombang Seismik .....	6
2.5.1 Gelombang Badan (Bodywave) .....	7
2.5.2 Gelombang Permukaan ( <i>Surfacewave</i> ).....	8
2.6 Metode Tomografi.....	8
2.6.1 Tomografi Seismik Travel Time .....	9
2.7 <i>Software LOTOS (Local Tomography Software)</i> .....	9
2.8 Inversi Tomografi.....	10
2.9 Penjejakan Sinar ( <i>Ray Tracing</i> ) .....	10
2.10 Checkerboard Resolution Test .....	11
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 3-D .....	16
4.1.3	Analisis Struktur Vp/Vs .....	22
4.1.4	Uji Resolusi Papan Catur (Checkerboard Resolution Test).....	24
4.2	Pembahasan .....	30
4.2.1	Interpretasi Struktur Bawah Permukaan .....	30
BAB V	.....	33
5.1	Kesimpulan.....	33
5.2	Saran .....	33
DAFTAR PUSTAKA	.....	34

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Rekontruksi lempeng tektonik wilayah Indonesia (Hall, 1995).....	3
Gambar 2.1 Peta Geologi Provinsi Jawa Tengah (Smyth, et al., 2008).....	4
Gambar 2.2 Jenis-Jenis Gelombang Seismik beserta arah rambatnya.....	8
Gambar 3.1 Gambar 3.1 Peta Penelitian Daerah Jawa Tengah .....	13
Gambar 3.1 Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian .....	15
Gambar 4.1 Distribusi anomali Vp pada bidang horizontal pada kedalaman 0 km, 10km, 30 km, 50 km, 80 km, dan 100 km .....	17
Gambar 4.2 Distribusi anomali Vp pada bidang horizontal pada kedalaman 0 km, 10km, 30 km, 50 km, 80 km, dan 100 km .....	18
Gambar 4.3 Garis <i>cross section</i> untuk menampilkan distribusi gelombang P, gelombang S serta rasio Vp/Vs pada bidang vertikal .....	19
Gambar 4.4 Anomali Vp pada <i>section</i> 1A-1B. ....	19
Gambar 4.5 Anomali Vp pada <i>section</i> 2A-2B. ....	20
Gambar 4.6 Anomali Vp pada <i>section</i> 3A-3B. ....	20
Gambar 4.7 Anomali Vs pada <i>section</i> 1A-1B.....	20
Gambar 4.8 Anomali Vs pada <i>section</i> 2A-2B.....	21
Gambar 4.9 Anomali Vs pada <i>section</i> 3A-3B.....	21
Gambar 4.10 Distribusi rasio Vp/Vs pada bidang horizontal pada kedalaman 0 km, 10km, 30 km, 50 km, 80 km, dan 100 km .....	22
Gambar 4.11 Distribusi rasio Vp/Vs pada <i>section</i> 1A-1B. ....	23
Gambar 4.12 Distribusi rasio Vp/Vs pada <i>section</i> 2A-2B. ....	23
Gambar 4.13 Distribusi rasio Vp/Vs pada <i>section</i> 3A-3B. ....	24
Gambar 4.14 Hasil rekontruksi Vp berupa papan catur secara horizontal pada kedalaman 0 km, 10 km, 50 km, dan 80 km .....	25
Gambar 4.15 Hasil rekontruksi Vs berupa papan catur secara horizontal pada kedalaman 0 km, 10 km, 50 km, dan 80 km .....	25
Gambar 4.16 Hasil rekontruksi Vp/Vs berupa papan catur secara horizontal pada kedalaman 0 km, 10 km, 50 km, dan 80 km .....	26
Gambar 4.17 Vp <i>section</i> 1A-1B.....	26
Gambar 4.18 Vp <i>section</i> 2A-2B.....	27
Gambar 4.19 Vp <i>section</i> 3A-3B.....	27

Gambar 4.20 Vs <i>section</i> 1A-1B. ....	27
Gambar 4.21 Vs <i>section</i> 2A-2B. ....	28
Gambar 4.22 Vs <i>section</i> 3A-3B. ....	28
Gambar 4.23 Vp/Vs <i>section</i> 1A-1B. ....	28
Gambar 4.24 Vp/Vs <i>section</i> 2A-2B. ....	29
Gambar 4.25 Vp/Vs <i>section</i> 3A-3B. ....	29
Gambar 4.26 Hasil interpretasi struktur bawah permukaan Gunung Merapi . ....	30
Gambar 4.27 Hasil interpretasi wilayah Jawa Tengah yang dibuat oleh Wagner dkk., 2007.....	31
Gambar 4.28 Distribusi sumber gempa dan stasiun perekam gempa di wilayah Jawa Tengah .....	31

## **DAFTAR TABEL**

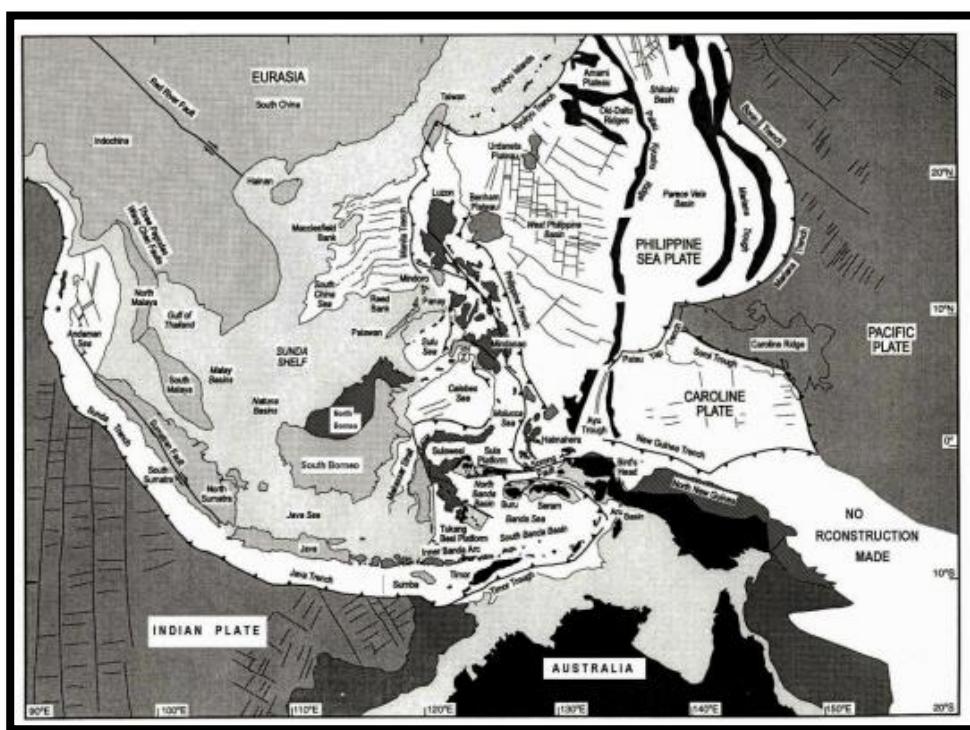
Tabel 2.1. Klasifikasi skala magnitude gempa bumi (Anwar,2019).....	4
Tabel 2.2. Jadwal Penelitian.....	12

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik aktif, lempeng tektonik tersebut ialah lempeng Indo-Australia, lempeng Pasifik, dan lempeng Eurasia. Posisi letak lempeng aktif ini mengakibatkan wilayah Indonesia menjadi negara yang rawan dengan bencana alam gempa bumi (Sari dan Suparta, 2018). Peristiwa gempa bumi merupakan salah satu gejala alam yang mana disebabkan karena adanya pelepasan energi regangan elastis batuan yang dapat disebabkan karena deformasi batuan yang terjadi pada litosfer. Selain karena pelepasan energi regangan elastis batuan, gempa bumi dapat juga disebabkan karena meletusnya gunung api yang berada di dalam kondisi aktif, baik gunung api yang berada di daratan maupun gunung api yang berada di lautan. Gunung api yang berada di lautan, dapat menyebabkan gelombang tsunami pada saat gunung api tersebut meletus (Tauladani dkk., 2015).



Gambar 1.1. Rekontruksi lempeng tektonik wilayah Indonesia (Hall, 1995).

Untuk wilayah Jawa, tektonik regional dikontrol oleh tektonik tunjaman selatan Jawa, yang mengakibatkan tunjaman tersebut membentuk struktur-struktur geologi regional di daratan Jawa (Soehaimi, 2008). Salah satu wilayah rawan gempa di Pulau Jawa yaitu, Jawa

Tengah. Jawa Tengah terletak pada zona subduksi, dimana kedua lempeng aktif bertemu (Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia). Selain itu, adanya aktivitas vulkanik di Jawa Tengah serta beberapa Sesar aktif seperti contoh Sesar Lasem dan Sesar Opak (Qomaria dan Supardiyoni, 2019).

Sebelumnya telah dilakukan beberapa penelitian untuk wilayah Jawa Tengah dengan menggunakan beberapa metode, yaitu metode magnetik yang dilakukan oleh (Andri dkk., 2016). Pada penelitian ini digunakan anomali magnetik total untuk mengetahui struktur bawah permukaan, namun penelitian ini terbatas hanya pada wilayah tertentu, ialah wilayah sungai progo. Selanjutnya metode gravitasi yang dilakukan oleh (Chasana dkk., 2021), dimana peneliti mengolah data anomali gravitasi hasil dari pengamatan citra satelit. Namun hasil dari penelitian ini hanya terfokus pada penggambaran struktur bawah permukaan gunung Merapi saja.

Penggambaran struktur bawah permukaan di wilayah Jawa tengah secara tepat dapat dilakukan dengan menggunakan metode tomografi. Metode tomografi dapat membantu untuk mencitrakan kondisi bawah permukaan dengan menggunakan penjalaran gelombang seismik. Dengan menggunakan data gempa bumi dan wilayah yang tingkat seismisitasnya tinggi, metode ini bagus untuk memberikan informasi tentang struktur bawah permukaan (Anshori dkk., 2014). Untuk mendapatkan pencitraan struktur 3D yang terperinci pada wilayah Jawa Tengah, dapat dibantu dengan menggunakan software LOTOS (*Local Tomography Software*). Dimana penggunaan LOTOS akan menghasilkan model kecepatan 3D pada gelombang P dan gelombang S. Dalam seismik tomografi, LOTOS adalah perangkat lunak untuk menginterpretasi tomografi di daerah yang ingin diteliti yang nantinya didapatkan inversi simultan dari struktur Vp dan Vs (Kolakov, 2009).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan isi latar belakang diatas, adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana hubungan distribusi gempa terhadap aktivitas kegempaan di wilayah Jawa Tengah?
2. Bagaimana anomali kecepatan gelombang P (Vp), gelombang S (Vs), serta rasio (Vp/Vs) baik secara horizontal maupun vertikal di wilayah Jawa Tengah dan sekitarnya ?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang diperoleh pada penelitian ini adalah :

1. Dapat menganalisis hubungan distribusi gempa terhadap aktivitas kegempaan di wilayah Jawa Tengah.
2. Dapat menganalisis kondisi bawah permukaan Jawa Tengah yang ditinjau dari anomali kecepatan gelombang P (Vp), gelombang S (Vs) serta rasio (Vp/Vs).

### **1.4 Batasan Masalah**

Penelitian ini dibatasi oleh data waktu tiba yang diperoleh dari *International Seimological Center* (ISC) dengan rentang waktu Januari 2000 sampai dengan Desember 2020 dengan mencakup wilayah Jawa Tengah.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini ialah dapat mengetahui struktur bawah permukaan wilayah Jawa Tengah dan sekitarnya dengan tujuan untuk mendukung upaya mitigasi bencana alam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adri, W. Sabri, L.M. dan Wahyuddin, Y., 2021. *Pembuatan Peta Jalur Evakuasi Bencana Gunung Api Dan Persebaran Lokasi Shelter Menggunakan Metode Network Analyst (Studi Kasus : Gunung Merapi, Boyolali-Magelang)*. Jurnal Geodesi Undip, 1(10) : 1-2.
- Al-Haqiqi, J. Winarno, T. dan Marin, J., 2019. Pemetaan Fasies Vulkanik Berdasarkan Geomorfologi Dan Stratigrafi Batuan Gunung Api Pada Gunung Api Sindoro, Jawa Tengah.
- Andri, D. Irhan, M. dan Harmoko, U., 2016. *Interpretasi Struktur Bawah Permukaan Di Muara Sungai Progo Menggunakan Metode Magnetik*. Youngster Physics Journal, 4(5) : 5.
- Asmono, D., 2019. *Studi Tomografi Seismik Selat Sunda Dan Pulau Jawa Bagian Barat*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA). Universitas Sriwijaya.
- Bohm, G. Rossi, G. dan Vesnaver, A., 1999. *Minimum-Time Ray-Tracing For 3-D Irregular Grids*. Journal Of Seismic Exploration 8, 117-131(1999) : 1-2.
- Chasanah, U. Febriani, S. D. dan Minarto, E., 2021. *Pendugaan Struktur Bawah Permukaan Gunung Merapi Berdasarkan Analisis Data Anomali Medan Gravitasi Citra Satelit*. Jurnal Fisika Flux, 1(18) : 3-5.
- 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) : 2-3.
- Hall, R., 1995. *Plate Tectonic Reconstructions Of The Indonesian Region*. 24<sup>th</sup> Annual Convection Proceedings, IPA95-1,1-049 : 9.
- Hidayatunnisak, S. Susilo, A. dan Anshori, M., 2014. *Studi Tomografi Seismik Untuk Menentukan Model Kecepatan Gelombang P Daerah Bali*. Physics Student Journal, 1(2): 1-2.
- Husein, S., 2016. *Bencana Gempa Bumi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Juwitarini, A. dan Supardiyono, 2019. *Analisis Model Kecepatan Tomografi 3D Bodywaves Pada Gempa Bumi Di Wilayah Sulawesi Tengah Tahun 2008-2018 Menggunakan LOTOS-12*. Jurnal Inovasi Fisika Indonesia, 3(8) : 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) : 1.
- Koulakov, I. dkk., 2016. *Structure Of Magma Reservoirs Beneath Merapi And Surrounding Volcanic Centers Of Central Java Modeled From Ambient Noise Tomography*. AGU Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 2016GC006442 : 2.
- Lusiani, E. Anwar, S. dan Nugraha, M. F., 2018. *Penentuan Tingkat Seismisitas Wilayah Propinsi Aceh Dengan Metode Gutenberg Richter (Nilai A Dan Nilai B)*. Jurnal Meteorologi Dan Geofisika, 2(19) : 1-2.
- McCaffrey, R., 2009. *The Tectonic Framework Of The Sumatran Subduction Zone*. Annu.Rev.Earth Planet.Sciences 2009. 37:345-66 : 1-3.
- Mulyaningsih, S. dkk., 2016. *Identifikasi Karakteristik Erupsi Gunung Api Merbabu Berdasarkan Stratigrafi Dan Mineralogi Batuan Gunung Api*. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains&Teknologi. 1979-911X : 1.
- Nurdiyanto, B. dkk ., 2011. *Penentuan Tingkat Kekerasan Batuan Menggunakan Metode Seismik Refraksi*. Jurnal Meteorologi Dan Geofisika, 3(12) : 1-2.
- Qomaria, N. A. dan Supardiyyono, 2019. *Analisis Model Kecepatan 3D Gelombang P Dan S Pada Gempa Bumi Jawa Tengah Tahun 2008-2018 Menggunakan LOTOS-12*. Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI), 1(8) : 1-2.
- Ramdhhan, M. dkk., 2019. *Uji Resolusi Tomografi Seismik Waktu Tempuh Lokal Menggunakan Dua Input Model Sintetik*. Journal Of Mathematics And Its Applications, 2(16) : 1-2.
- Rohmainah, K. dan Supardiyyono, 2019. *Analisis Model Kecepatan 3D Pada Gempa Bumi Di Selat Sunda Menggunakan LOTOS-12 (Local Earthquake Tomography Software)*. Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI), 3(8) : 1.
- Sari, A. W. dan Suparta, G. B., 2018. *Imaging Of 3-D Seismic Tomography For Internal Structure Under The Mountain Merapi Using The LOTOS-10 Software*. Jurnal Fisika dan Aplikasinya, 2(3) : 1-2.
- Soehaimi, A., 2008. *Seismotektonik Dan Potensi Kegempaan Wilayah Jawa*. Jurnal Geologi Indonesia, 4(3): 3.
- Sulaeman. C. dkk., 2020. *Model Sesar Pati Di Jawa Tengah Berdasarkan Data GPS*. Jurnal Geologi Dan Sumberdaya Mineral, 1(21) : 1-2.

- Syamsuddin dkk., 2012. *Identifikasi Sesar Bawah Permukaan Dengan Menggunakan Metoda Geolistrik Konfigurasi Wenner Di Sekitar Das Jene'berang, Kecamatan Parangloe, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan*. POSITRON, 2(2) : 1-2.
- Syarafina, A. Z. Sumunar, D. R. S. dan Khotimah, N., 2017. *Tingkat Dan Sebaran Risiko Bencana Tanah Longsor Di Kecamatan Windusari Kabupaten Magelang*. Geomedia, 2(15) : 2
- Thurber, C. dan Phillips, D. E., 1999. *Local Earthquake Tomography With Flexible Gridding*. Computer & Geosciences 25, 1-2.
- Wagner, D. dkk., 2007. *Joint Inversion Of Active And Passive Seismic Data In Central Java*. Geophys. J.Int : 9.
- Yasir, M., 2020. *Pemodelan Tomografi Gelombang P Menggunakan Metode Ray Tracing Fast Marching Pada Daerah Merapi Jawa Tengah*. Skripsi, Fakultas Teknologi Eksplorasi Dan Produksi. Universitas Pertamina.