

**RELOKASI HIPOCENTER GEMPABUMI MENGGUNAKAN METODE
DOUBLE DIFFERENCE (STUDY KASUS GEMPA TAHUN 2015-2019
PROVINSI BENGKULU)**

SKRIPSI

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



OLEH:

EMI PURMASARI

08021281722050

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

LEMBAR PENGESAHAN
RELOKASI HIPOSENTER GEMPABUMI MENGGUNAKAN METODE
***DOUBLE DIFFERENCE* (STUDY KASUS GEMPA TAHUN 2015-2019**
PROVINSI BENGKULU)

SKRIPSI

Bidang Studi Fisika

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

Oleh :

EMI PURMASARI

08021281722050

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Sutopo, S.Si., M.Si

NIP. 197305181998021001

Dosen Pembimbing II



Dr. Azhar Kholiq Affandi

NIP.196109151989031003

Mengetahui,

Ketua Jurusan



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

NIP. 197009101994121001

KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat, hidayat, dan anugerah-Nya kepada saya dan kita semua sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir saya di BMKG Stasiun Geofisika Kelas III Kepahiang dengan tepat waktu. Selain untuk memenuhi syarat untuk menjadi Sarjana Sains pada Jurusan Fisika, tujuan saya membuat skripsi ini adalah untuk menjelaskan tentang ***“Relokasi Hiposenter Gempabumi Menggunakan Metode Double-Difference (Study Kasus Gempa Tahun 2015-2019 Provinsi Bengkulu)”***.

Penulis menyadari bahwa pada penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, dikarenakan keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan Terimakasih atas bantuan dan dukungan dari berbagai pihak yang terkait mulai dari awal pelaksanaan tugas akhir sampai proses penyusunan skripsi, secara khusus penulis menyampaikan Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan, kemudahan dan kelancaran yang tiada terhitung nilainya serta tetap diberikan kesabaran dalam proses penyusunannya.
2. Ayahanda Haryono dan Ibunda Murti, yang menjadi sumber motivasi, my support system dan pembangkit semangat untuk saya serta menjadi alasan terpenting bagi saya untuk menyelesaikan perkuliahan dengan segera.
3. Saudarah kandung saya Afriansyah, yang terus bekerja keras untuk memenuhi semua kebutuhan saya dan menjadikan saya prioritas utama dalam kebutuhan keluarga. Makasih kak semoga dipermudah segala urusannya.
4. Kakak kandung saya Eni Purwanti, S.Pd., M.Pd dan kakak ipar Dani Mei Lasani, S.Sos yang terus memberi motivasi dan terus mengingatkan saya akan kewajiban menuntut ilmu setinggi-tingginya.
5. Riko, selaku laki-laki yang terus memotivasi dan terus membersamai saya disetiap prosesnya.
6. Heri Purnomo, selaku sahabat yang terus mendukung secara materi maupun do'a untuk setiap keberhasilanku.

7. Bapak Prof. Dr Iskhaq Iskandar, M.Sc selaku Dekan Fakultas MIPA sekaligus pembimbing akademik yang terus memotivasi tentang kesuksesan kepada saya.
8. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T selaku ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
9. Bapak Sutopo, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing mulai dari kerja praktek hingga menjadi pembimbing I untuk tugas akhir, yang terus membimbing serta mendorong setiap langkah mahasiswanya.
10. Bapak Dr. Azhar Kholiq Affandi selaku dosen pembimbing II dalam tugas akhir yang terus memotivasi setiap proses pelaksanaan tugas akhir.
11. Bapak Litman, S.T selaku Ketua Stasiun Geofisika BMKG Kepahiang.
12. Kak Ade Andika Saputra, S.Tr, selaku pembimbing tugas akhir di Stasiun Geofisika BMKG Kepahiang yang terus memberi motivasi saya dari awal kerja praktek hingga pelaksanaan tugas akhir selesai. Terimakasih kak sudah sabar membimbing saya hingga selesai.
13. Kak Milzam Wafiazizi, S.Tr dan Kak Zulham Sugito, S.Tr., M.Si yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama pelaksanaan tugas akhir.
14. Surya Ningsih, Elizabeth Hasian Halawa dan Wanda Firly selaku my bestie, my support system dari awal menjadi anggota Resimen Mahasiswa hingga sekarang yang terus kebersamai disetiap proses keberhasilanku.
15. Nur Revsi, Dinda S Nurlalia dan Annisa Faradilla selaku teman seperjuangan dari awal kerja praktek hingga pelaksanaan tugas akhir yang terus memberikan canda tawa selama di BMKG Kepahiang Bengkulu.
16. Teman seperjuangan Fisika Angkatan 2017 tetap semangat team.

Indralaya, 1 April 2021

Penulis



Emi Purmasari

**RELOKASI HIPOSENTER GEMPABUMI MENGGUNAKAN METODE
DOUBLE DIFFERENCE (STUDY KASUS GEMPA TAHUN 2015-2019
PROVINSI BENGKULU)**

Emi Purmasari

*Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya
Jl.Raya Palembang-Prabumulih KM 32 Indralaya, Ogan Ilir*

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang relokasi hiposenter gempabumi menggunakan metode *Double-Difference* dengan *study* kasus gempabumi tahun 2015-2019 Provinsi Bengkulu. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan posisi hiposenter gempabumi sebelum dan sesudah direlokasi menggunakan metode *Double-Difference*, kemudian untuk mengetahui nilai RMS (*Root Mean Square*) residual hiposenter setelah direlokasi menggunakan metode *double-difference*. Penelitian ini dilakukan di Stasiun Geofisika Klas III Kepahiang, Bengkulu pada titik koordinat 102° - $106,5^{\circ}$ LS dan $-6,5^{\circ}$ - 1° BT. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *Double-Difference* yaitu dengan menggunakan data waktu tempuh antara pasangan gempa ke suatu stasiun pencatat gempa (katalog gempa) dan menggunakan model kecepatan lokal yang dikombinasikan dengan model kecepatan global AK-135. Tahapan pengolahan data pada penelitian ini antara lain pertama yaitu proses persiapan data diaman data yang digunakan pada penelitian ini berupa data hiposenter gempabumi, data stasiun perekam gempa, dan data model kecepatan 1-D. Kemudian proses persiapan data penelitian yaitu proses penyesuaian format data katalog gempa menjadi data masukan pada program ph2dt dengan ekstensi* .pha. Selanjutnya proses pengolahan data dengan menggunakan program *hypoDD* dengan metode *Double-Difference* yang mana pada proses ini peneliti berhasil merelokasi sebanyak 715 *event* gempabumi dari sebanyak 733 *event* gempa awal yang tercatat. Dari hasil ini dapat digunakan untuk studi kegempaan lanjutan seperti studi seismik tomografi dan studi mitigasi bencana gempabumi wilayah Bengkulu.

Kata kunci : *hypoDD*, *Double-Difference*, Kecepatan Global 1D, AK-135.

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Sutopo, S.Si., M.Si

NIP. 197305181998021001

Dosen Pembimbing II



Dr. Azhar Kholiq Affandi

NIP.196109151989031003

**EARTHQUAKE HYPOCENTER RELOCATION USING DOUBLE
DIFFERENCE METHOD (CASE STUDY OF EARTHQUAKES 2015-2019
BENGKULU PROVINCE)**

Emi Purmasari

*Department of Physics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Sriwijaya University
Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM 32 Indralaya, Ogan Ilir*

Abstract

Research on the relocation of an earthquake hypocenter using the Double-Difference method has been carried out with a 2015-2019 earthquake case study in Bengkulu Province. The purpose of this study was to determine the change in the position of the earthquake hypocenter before and after relocation using the Double-Difference method, then to determine the RMS (Root Mean Square) value of the residual hypocenter after being relocated using the double-difference method. This research was conducted at the Class III Geophysical Station Kepahiang, Bengkulu at the coordinates of 102° - $106,5^{\circ}$ S and $-6,5^{\circ}$ - 1° East Longitude. The research was conducted using the Double-Difference method, namely by using the travel time data between earthquake pairs to an earthquake recording station (earthquake catalog) and using a local velocity model combined with the AK-135 global velocity model. The stages of data processing in this study include the first, namely the process of data preparation where the data used in this study are earthquake hypocenter data, earthquake recording station data, and 1-D velocity model data. Then the research data preparation process is the process of adjusting the earthquake catalog data format into input data in the ph2dt program with the extension *.pha. Furthermore, the data processing uses the hypoDD program with the Double-Difference method in which in this process the researcher has successfully relocated 715 earthquake events from as many as 733 initial earthquake events recorded. From these results it can be used for further seismic studies such as seismic tomography studies and earthquake mitigation studies in the Bengkulu region.

Keywords: hypoDD, Double-Difference, 1D Global Speed, AK-135.

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Sutopo, S.Si.,M.Si

NIP. 197305181998021001

Dosen Pembimbing II



Dr. Azhar Kholiq Affandi

NIP.196109151989031003

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
Abstrak.....	iv
Abstract.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.3Rumusan Masalah.....	3
1.4Tujuan Penelitian	3
1.5Manfaat	3
BAB II	4
DASAR TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Landasan Teori.....	4
2.2.1 TatananTektonik Bengkulu.....	4
2.3Gelombang Seismik	6
2.5 Relokasi Hiposenter Gempa Bumi.....	7
2.5 Metode Double Difference.....	7
2.5.1 Algoritma <i>Double Difference</i>	9
2.5.2 <i>RMS Travel Time</i>	11
BAB III	12
METODE PENELITIAN	12
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.2 Data Penelitian	12
3.3 Wilayah Penelitian	12
3.5 Perangkat yang digunakan	16
3.5 Prosedur Penelitian	16

3.5.1 Pengumpulan Data	16
3.5.2 Persiapan Data	16
3.5.3 Pengolahan Data	17
3.6 Bagan Alir Metode <i>HypoDD</i>	28
BAB IV	30
HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Analisa Perbandingan Posisi Hiposenter Sebelum dan Sesudah Direlokasi	30
4.1.1 Perbandingan Histogram Residual	30
4.1.2 Hasil Arah Perubahan dan Pergeseran Hiposenter.....	32
4.2 Hasil Relokasi Hiposenter gempabumi Menggunakan Program hypoDD	34
4.2.1 Pola Distribusi Hiposenter Gempabumi	34
4.2.2 Segmen Irisan Vertikal A-A'	38
4.2.3 Segmen Irisan Vertikal B-B'	39
2.2.4 Segmen Irisan Vertikal C-C'	40
2.2.4 Segmen Irisan Vertikal D-D'	41
2.2.5 Segmen Irisan Vertikal E-E1	42
BAB V	43
KESIMPULAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	46

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kerusakan Akibat Gempa 4 Juni 2000 (Supriani,2009)	2
Tabel 3.1 Stasiun Pencatat Gempabumi	12
Tabel 3.2 Model kecepatan AK135	14
Tabel 3.3 Model kecepatan lokal	15
Tabel 3.4 Model kecepatan gabungan	15

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Sebaran Gempa Merusak Dan Tsunami Tahun 2010-2018	2
Gambar 2.1 Perambatan Gelombang Seismik	6
Gambar 2.2 Peta Seismisitas Sebelum di Relokasi	8
Gambar 2.3 Peta Seismisitas Setelah Relokasi	9
Gambar 2.4 Ilustrasi Algoritma pada Metode <i>Double Difference</i>	10
Gambar 3.1 Peta Wilayah Provinsi Bengkulu	14
Gambar 4.1 (a) Histogram residual sebelum relokasi	32
Gambar 4.1 (b) Histogram residual setelah relokasi	32
Gambar 4.1 (c) RMS residual sebelum dan setelah relokasi	33
Gambar 4.2 (a) Diagram rose (arah perubahan)	34
Gambar 4.2 (b) Diagram kompas (arah pergeseran)	34
Gambar 4.3 Peta event gempabumi sebelum relokasi	36
Gambar 4.4 Peta event gempabumi setelah relokasi	36
Gambar 4.5 Peta irisan vertikal sebelum dan sesudah relokasi	37
Gambar 4.5 Irisan vertikal A-A' sebelum & setelah relokasi	38
Gambar 4.6 Irisan vertikal B-B' sebelum & setelah relokasi	39
Gambar 4.7 Irisan vertikal C-C' sebelum & setelah relokasi	40
Gambar 4.8 Irisan vertikal D-D' sebelum & setelah relokasi	41
Gambar 4.9 Irisan vertikal E-E' sebelum & setelah relokasi	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Persiapan data	46
Lampiran 2 : Proses ph2dt.....	46
Lampiran 3 : Proses <i>hypoDD</i> (relokasi hiposenter)	51
Lampiran 4 : Validasi hasil	53
Lampiran 5 : <i>Script GMT</i>	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

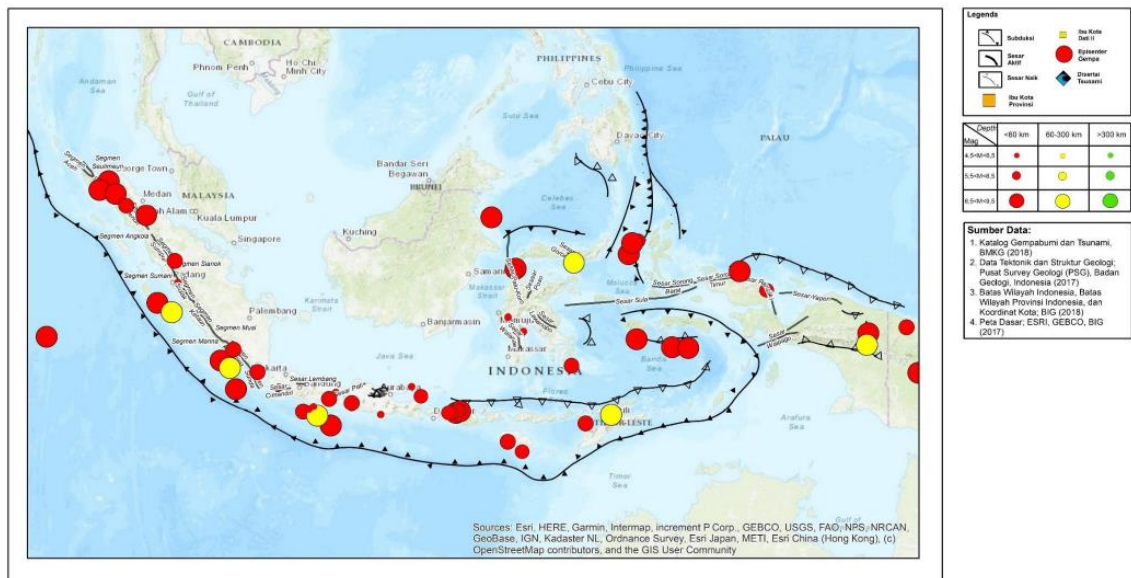
Secara tektonik Kota Bengkulu ialah salah satu Provinsi yang rawan diguncang gempa ataupun gelombang tsunami. Provinsi yang kerap dijuluki Bumi Raflesia ini ada dua sumber gempa bumi yang tiap saat dapat terjadi. Sumber pertama, potensi gempa bumi yang terletak di daerah lautan. Dimana batasan pertemuan dua lempeng ialah lempeng Indo- Australia serta Eurasia yang relatif bergerak ke arah utara. Sementara lempeng Eurasia bergerak ke arah Selatan. Sehingga gempa bumi di zona ini lebih dikenal dengan zona megathrust dengan sudut kemiringan subduksi yang kecil 10-20 meter hingga kedalaman 30 km.

Gempa bumi dengan skala besar mula- mula terjadi di Bengkulu pada bertepatan pada 11 Desember 1681, setelah itu terjadi lagi 3 November 1756, tahun 1770, 18 Maret 1818, 24 November 1883, 27 Juni 1902, 15 Desember 1979 dan 4 Juni 2000(Bapeda Prov. Bengkulu, 2002) serta gempa besar terakhir terjadi 12 September 2007. Gempa yang terjadi pada 4 Juni 2000 dengan kekuatan Magnitude 7, 3 Skala Richter telah menyebabkan 90 lebih orang meninggal, 803 cedera parah, 1782 orang terkena luka ringan dan ribuan bangunan serta gedung rusak(Bakornas PB, 2000). Setelah itu gempa besar kembali terjadi pada 12 September 2007 dengan kekuatan 7, 9 SR, posisi letak gempa terletak kira- kira 10 kilometer di dasar permukaan atau sekitar 105 kilometer lepas tepi laut Bengkulu Utara serta mengakibatkan 14 orang meninggal, 38 terkena luka parah dan rusak dari 27 ribu rumah yang terdapat di Muko- muko serta wilayah sekitarnya.

No.	Jenis bangunan	Jenis kerusakan		
		Total (robok)	Berat (struktural)	Ringan (non struktural)
1	Perkantoran	6	145	235
2	Perumahan penduduk	3250	12990	28203
3	Sekolah	70	330	344
4	Sarana ibadah	4	192	180
5	Jalan	-	21	14
6	Jembatan	-	66	10
7	Sarana kesehatan	9	99	147
8	Irigasi	2	44	5

Tabel 1.1 Kerusakan Akibat Gempa 4 Juni 2000 (Supriani, 2009).

Gempa bumi yang terjadi pada tanggal 4 Juni 2000 tersebut membuat beberapa jenis bangunan yang mengalami kerusakan diantaranya perkantoran, perumahan penduduk, sekolah, sarana ibadah, jalan, jembatan, sarana kesehatan, dan irigasi. Peta seismisitas sebaran gempa merusak dan tsunami tahun 2010-2018 dapat dilihat pada gambar 1.1 dibawah ini.



Gambar 1.1 Peta Sebaran Gempa Merusak dan Tsunami tahun 2010-2018 (Katalog BMKG, 2018).

Untuk mengetahui aktivitas seismik dan penelitian selanjutnya seperti penentuan hiposenter gempabumi diperlukan metode penentuan lokasi gempabumi secara presisi.

Salah satu metode yang akurat dapat penentuan relokasi hiposenter gempa bumi adalah metode *Double Difference*. Waldausser, F dan Ellworth (2000), juga menjelaskan pada penelitiannya bahwa untuk mengetahui lokasi hiposenter gempa dengan lebih akurat maka digunakan relokasi hiposenter dengan metode *Double Difference*, yaitu metode yang memanfaatkan data waktu tempuh dari suatu pasangan gempa ke suatu stasiun pencatat.

1.2 Batasan Masalah

Metode yang digunakan pada penelitian adalah *Double-Difference*. Daerah penelitian berada di Provinsi Bengkulu, Kecamatan Kepahiang dengan titik koordinat 102° - $106,5^{\circ}$ LS dan $-6,5^{\circ}$ - 1° BT. Model kecepatan yang digunakan adalah model kecepatan lokal 1-D yang digabungkan dengan model kecepatan AK135.

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana perbandingan posisi hiposenter gempa di Provinsi Bengkulu antara sebelum dan sesudah direlokasi menggunakan metode *Double Difference* ?
2. Bagaimana nilai RMS (*Root Mean Square*) residual hiposenter gempa bumi setelah dilakukan relokasi menggunakan metode *Double Difference*?

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui perbandingan perubahan posisi hiposenter gempa di Provinsi Bengkulu antara sebelum dan sesudah direlokasi menggunakan metode *Double Difference*
2. Mengetahui nilai RMS (*Root Mean Square*) residual hiposenter setelah direlokasi menggunakan metode *Double Difference*

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini diharapkan bisa memberikan informasi tentang posisi hiposenter yang lebih akurat pada lembaga pemerintah serta masyarakat untuk mitigasi bencana dalam pemetaan kerawanan gempa supaya bisa meminimalisir kerusakan serta korban. Selain itu pula diharapkan bisa jadi rujukan untuk penelitian lebih lanjut mengenai penelitian relokasi posisi hiposenter gempa bumi

DAFTAR PUSTAKA

- Bakornas Penanggulangan Bencana Kesbang Linmas., 2000. *Laporan Bencana Alam Gempabumi di Provinsi Bengkulu*. PEMDA Bengkulu : Bengkulu.
- Bappeda Provinsi Bengkulu., 2002. *Laporan Tahunan*. PEMDA Bengkulu : Bengkulu.
- BMKG., 2018. *Katalog gempabumi signifikan dan merusak 1821-2018*. Pusat gempabumi dan tsunami badan meteorologi klimatologi dan geofisika : Kemayoran-Jakarta.
- Fajerianti, I., 2017. *Analisis pola tektonik sulawesi bagian utara dan tengah berdasarkan tomografi gelombang seismik*. Skripsi Geofisika. Sekolah tinggi meteorologi klimatologi dan Geofisika : Tangerang Selatan.
- Gadallah,R.M dan Fisher,R., 2009. *Ekploration Geophysiscs*. Springer. Berlin
- Kennett, B. L. N., Engdahl, E.R dan Buland, R., 1995., *Constraints on seismic velocities in the Earth from traveltimes*. *Geophysical Journal International*, 122 : 108–124.
- Mustafa,B., 2010. *Analisis Gempa Nias Dan Gempa Sumatera Barat Dan Kesamaannya Yang Tidak Menimbulkan Sunami*.*Jurnal Ilmu Fisika (JIF)*.1(2): 44-46.
- Pavlis, G. L., 1986. *Appraising Earthquake Hypocenter Locayion Errors : A Complete, Practical Approach for Single-Event Location*. *Bulletin of the Seismological Society of America*. 6(76) : 1699.
- Purwana,Ibnu.2013. *Matrikulasi Seismologi*. Akademi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Jakarta
- Sabarani,A.Z.,Anggina.W.D dan Syafriani.,2016. *Relokasi Hiposenter Gempabumi Sumatera Barat Menggunakan Metode Double Difference (DD)*. *Pillar Of Physics*.1(8) : 17
- Shohaya, J. N., Madlazim, dan Rahmawati, E.,2014. Model Kecepatan 1-D Gelombang P dan Relokasi Hiposenter Gempabumi di Bengkulu Menggunakan Metoda *Coupled Velocity-Hypocenter*, *Jurnal Fisika*, 2(3) : 69-73.
- Sieh,K. Dan Natawidjaja,D.H.,2000. *Neotectonics of the Sumatera Fault*. *Indonesia Journal of Geophysical Research*.105(B12) : 28.
- Sunardi,B dkk., *Relokasi Hiposenter Gempabumi Wilayah Jawa Menggunakan Teknik Double Difference*. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Institut Teknologi Bandung

- Supriani,F., 2009. *Studi Mitigasi Gempa di Bengkulu dengan Membangun Rumah Tahan Gempa*. Jurnal Teknik Sipil Inersia. 1(1) : 7-8.
- Setiawan,Y.,Erlansari,A. dan Pranata,D.,2017.*Sistem Informasi Geografis Pemetaan Percepatan Getaran Tanah Dan Tingkat Resiko Kerusakan Gempa Bumi Dengan Menggunakan Metode Gutenberg Richter Dan Intensitas Skala Mercalli (Studi Kasus:Provinsi Bengkulu)*.Jurnal Rekursif.1(5): 12-13.
- Suhendara,M.F dan Sugianto,N., 2017. *Kondisi Geologi Lokal Kota Bengkulu Berdasarkan Ground Sheak Strain (GSS)*. Jurnal Fisika dan Aplikasinya. 1(2) : 3.
- Waldhauser,F. dan Ellsworth,W.L., 2000. *A Double-Difference Earthquake Location Algorithm : Method And Application to the Northern Hayward Fault,California*. Bulletin of the Seismological Society of America. 6(90) : 1353-1368.
- Zakaria,Z.,2007.*Aplikasi Tektonik Lempeng Dalam Sumber Daya Mineral,Energi Dan Kewilayahan*.Bulletin Of Scientific Contribution.2(5): 123-124.