

**ANALISIS COULOMB STRESS CHANGE UNTUK MENGETAHUI ARAH
PERSEBARAN STRESS GEMPABUMI PADANG 30 SEPTEMBER 2009
M7.6. DAN GEMPABUMI PADANG PANJANG 6 MARET 2007 M6.3 DAN
M6.4**

SKRIPSI

*Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di bidang studi
Fisika*



Oleh:

KUMAR RANDI PUTRA

NIM. 08021281924036

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS COULOMB STRESS CHANGE UNTUK MENGETAHUI ARAH
PERSEBARAN STRESS GEMPABUMI PADANG 30 SEPTEMBER 2009
M7.6. DAN GEMPABUMI PADANG PANJANG 6 MARET 2007 M6.3 DAN
M6.4**

SKRIPSI

*Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di bidang studi
Fisika*

Oleh:


KUMAR RANDI PUTRA

NIM. 08021281924036

Indralaya, Desember 2023

Menyetujui,

Pembimbing II



Erpi, S.Si., M.Si
NIP. 197606092003122002

Pembimbing I



Dr. Azhar Kholiq Affandi, M.Si
NIP. 196109151989031003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frinsvah 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 :Kumar Randi Putra

Nim :08021281924036

Judul TA : Analisis *Coulomb Stress Change* Untuk Mengetahui Arah Persebaran *Stress* Gempabumi Padang, 30 September 2009 M7.6 dan Gempabumi Padang Panjang, 6 Maret 2007 M6.3 dan 6.4.

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul tersebut adalah asli atau orisinalitas dan mengikuti etika penulisan karya ilmiah pada waktu skripsi ini diselesaikan, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada program studi fisika, Universitas Sriwijaya.

Semua informasi yang di muat dalam skripsi ini yang berasal dari penulisan lain baik yang dipublikasi atau tidak telah diberi penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Demikianlah surat ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, Desember 2023



(Kumar Randi Putra)

**COULOMB STRESS CHANGE ANALYSIS TO DETERMINE THE
DIRECTION OF STRESS DISTRIBUTION OF THE PADANG
EARTHQUAKE 30 SEPTEMBER 2009 M7.6. AND THE PADANG
PANJANG EARTHQUAKE 6 MARCH 2007 M6.3 AND M6.4**

Oleh:

KUMAR RANDI PUTRA

NIM.08021281924036

ABSTRACT

Research has been conducted on Coulomb Stress Change to determine the distribution of stress of the Padang earthquake on 30 September 2009 M7.6 and Padang Panjang on 6 March 2007 M6.3 and M6.4. The data in this study were taken from the Global CMT website in accordance with the coordinates of the earthquake point with the analysis method using the Coulomb stress method. The results of the Padang M7.6 Coulomb stress research on fault plane 1 horizontally and fault plane 2 vertically have the same direction, where there are 4 positive lobes towards the northeast-southwest, 2 negative lobes towards the southeast-northwest. Positive Coulomb stress changes spread to a depth of 150 km and negative 200 km so that the type of movement is upward. While Coulomb stress Padang Panjang M6.3 on fault plane 1 vertically and fault plane 2 horizontally there are also 4 positive lobes towards northwest - Southeast and 4 negative lobes towards west - east, so that the positive Coulomb stress spreads to a depth of 100 km and negative to a depth of 90 km so that the fault type rises. In Coulomb stress long field M6.4 fault plane 1 vertically and fault plane 2 horizontally are also the same, where 4 lobes are negative towards the west-east and 4 lobes are positive towards the northeast-southeast, with this positive stress spreading with a depth of 120 km and negative depth of 50 km so that the type of movement of this fault is also up.

Keywords: Coulomb Stress, Fault Plane, Earthquake, lobe

Pembimbing II



Erni, S.Si., M.Si
NIP. 197606092003122002

Pembimbing I



Dr. Azhar Kholiq Affandi, M.Si
NIP. 196109151989031003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya



Dr. Fransval Virgo, S.Si., M.T
NIP. 197009101994121001

**ANALISIS COULOMB STRESS CHANGE UNTUK MENGETAHUI ARAH
PERSEBARAN STRESS GEMPABUMI PADANG 30 SEPTEMBER 2009
M7.6. DAN GEMPABUMI PADANG PANJANG 6 MARET 2007 M6.3 DAN
M6.4**

Oleh:

KUMAR RANDI PUTRA

NIM.08021281924036

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai Coulomb Stress Change untuk mengetahui persebaran stress gempabumi Padang 30 September 2009 M7.6 dan Padang Panjang 6 Maret 2007 M6.3 dan M6.4. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan Coulomb Stress dan arah distribusi stress gempabumi. Data dalam penelitian ini diambil dari website Global CMT sesuai dengan koordinat titik gempa dengan metode analisis menggunakan metoda Coulomb stress. Hasil penelitian Coulomb stress Padang M7.6 pada fault plane 1 secara horizontal dan fault plane 2 secara vertikal memiliki arah yang sama, dimana ada 4 lobus positif kearah timur laut- barat daya, 2 lobus negatif kearah Tenggara- barat laut. Perubahan Coulomb stress positif menyebar hingga kedalaman 150 km dan negatif 200 km sehingga tipe pergerakannya naik. Sedangkan Coulomb stress Padang Panjang M6.3 pada fault plane 1 secara vertikal dan fault plane 2 secara horizontal juga terdapat 4 lobus positif kearah barat laut- Tenggara dan 4 lobus negatif kearah barat- timur, sehingga tegangan coulomb positif menyebar kedalaman 100 km dan negatif kedalama 90 km sehingga tipe patahannya naik. Pada Coulomb stress padang Panjang M6.4 fault plane 1 secara vertikal dan fault plane 2 secara horizontal juga sama, dimana 4 lobus negatif kearah barat- timur dan 4 lobus positif kearah timur laut- Tenggara, dengan ini tegangan positif menyebar dengan kedalaman 120 km dan negatif kedalaman 50 km sehingga tipe pergerakan patahan ini juga naik.

Kata kunci: *Coulomb Stress*, *Fault Plane*, *Gempabumi*, *lobus*

Pembimbing II



Erni, S.Si., M.Si

NIP. 197606092003122002

Pembimbing I



Dr. Azhar Kholiq Affandi, M.Si

NIP. 196109151989031003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya



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

NIP. 197009101994121001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan hasil tugas akhir yang berjudul “Analisis *Coulomb Stress Change* Untuk Mengetahui Arah Persebaran *Stress* Gempabumi Padang, 30 September 2009 M7.6 dan Gempabumi Padang Panjang, 6 Maret 2007 M6.3 dan 6.4”. Penyusun tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains bidang studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terimakasih atas bantuan dan dukungan dari berbagai pihak terkait mulai dari awal penyusunan tugas akhir ini sampai proses penelitian selesai, secara khusus penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orangtua penulis Ayah, Ibu, Abang dan Kakak yang senantiasa memberikan dukungan kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ahzar Kholiq Affandi, M.Si. dan Ibu Erni, S.Si., M.Si sebagai Dosen Pembimbing I dan Pembimbing II yang selalu meluangkan waktu untuk berdiskusi serta memberikan arahan dan masukan kepada penulis.
3. Bapak Dr. Suaidi Ahadi, S.T., M.T., selaku kepala stasiun geofisika kelas 1 padang Panjang yang sudah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian tugas akhir di stasiun ini.
4. Bapak Furqon D. R, S.Si., selaku pembimbing penelitian tugas akhir selama dilapangan yang selalu meluangkan waktu untuk berdiskusi serta memberikan arahan dan masukan kepada penulis.
5. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

6. Bapak Frinsyah Virgo, S.Si., M.Si M.T. selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
7. Bapak Sutopo, S.Si., M.Si dan Bapak Hadi, M.T. selaku Dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penyelesaian tugas akhir ini.
8. Bapak Drs. Hadir Kaban, M.T selaku Dosen pembimbing akademik.
9. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen serta Staff yang telah memberikan ilmu pembelajaran serta bantuan administrasi kepada penulis.
10. THE BESTIE selaku keluarga ke-2 diperantauan, Sipaling Gas selaku sahabat yang selalu support kepada penulis.
11. Seluruh teman-teman seperjuangan Fisika Angkatan 2019 “GHOST’19. Terima kasih atas kebersamaan dan bantuannya baik secara langsung maupun tidak langsung.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu dan sudah membantu serta memberi dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga kebaikan dan dukungan yang diberikan kepada penulis mendapat balasan pahala dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan bantuan berupa saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak dan semoga kekurangan tersebut tidak mengurangi manfaat dari hasil Tugas Akhir ini. Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, Aamiin.

Indralaya, Desember 2023

Penulis,



Kumar Randi Putra
NIM.08021281924036

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
ABSTRACT	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Gempa Bumi.....	5
2.2 Mekanisme Sumber	6
2.3 Tektonik Indonesia.....	11
2.4 Zonasi Wilayah Ancaman Gempa	14
2.5 <i>Coulomb Stress</i>	16
BAB III METODE PENELITIAN	21

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
3.2 Alat dan Bahan.....	21
3.3 Proses Data	21
3.4 Diagram Alir	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Coulomb Stress Padang, 30 September 2009 M7.6.....	26
4.2 Coulomb Stress Padang Panjang, 6 Maret 2007 M6.3	30
4.3 Coulomb Stress Padang Panjang, 6 Maret 2007 M6.4	32
BAB V PENUTUP.....	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Proporsi Stress dan Strain	6
Gambar 2.2 Plotting Focal Mechanism dari kedatangan gelombang	7
Gambar 2.3 Notasi Strike dan Dip.....	8
Gambar 2.4 Parameter Orientasi Bidang Sesar	9
Gambar 2.5 Macam-macam Patahan.....	10
Gambar 2.6 Zona Subduksi di Indonesia.....	12
Gambar 2.7 Tatanan Tektonik Wilayah Pulau Sumatera-Sumatera Hindia.....	14
Gambar 2.8 Pembagian Segmen Patahan Sumatera	15
Gambar 2.9 Sistem Koordinat Yang Digunakan Untuk Perhitungan Coulomb Stress Pada Bidang Sesar Optimal.....	19
Gambar 3.1 Posisi Titik Koordinat Episenter Padang Panjang, 6 Maret 2007 M6.3 dan M6.4	22
Gambar 3.2 Nilai dari setiap Parameter.....	23
Gambar 3.3 Cross Section (Potongan Garis Melintang)	24
Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 4.1 Distribusi Perubahan Coulomb Stress Gempabumi Padang, 30 September 2009 M7.6 Pada NP1 secara Horizontal	27
Gambar 4.2 Distribusi Perubahan Coulomb Stress Gempabumi Padang, 30 September 2009 M7.6 Pada NP2 secara Vertikal.....	28
Gambar 4.3 Distribusi Perubahan Coulomb Stress Gempabumi Padang, 30 September	

2009 M7.6 secara Horizontal Hasil Irisan Melintang	29
Gambar 4.4 Distribusi Perubahan Coulomb Stress Gempabumi Padang Panjang, 6 Maret 2007 M6.3 Pada NP1 secara Vertikal	30
Gambar 4.5 Distribusi Perubahan Coulomb Stress Gempabumi Padang Panjang, 6 Maret 2007 M6.3 Pada NP2 secara Horizontal.....	31
Gambar 4.6 Distribusi Perubahan Coulomb Stress Gempabumi Padang Panjang, 6 Maret 2007 M6.3 Pada NP2 secara Vertikal Hasil Irisan Melintang	32
Gambar 4.7 Distribusi Perubahan Coulomb Stress Gempabumi Padang Panjang, 6 Maret 2007 M6.4 Pada NP1 secara Vertikal	33
Gambar 4.8 Distribusi Perubahan Coulomb Stress Gempabumi Padang Panjang, 6 Maret 2007 M6.4 Pada NP2 secara Horizontal.....	34
Gambar 4.9 Distribusi Perubahan Coulomb Stress Gempabumi Padang Panjang, 6 Maret 2007 M6.4 Pada NP1 secara Vertikal Hasil Irisan Melintang	35
Gambar 4.10 Hubungan Distribusi Perubahan Coulomb Stress Gempabumi Padang Panjang, 6 Maret 2007 M 6.3 dan M6.4	36

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data dan Parameter Sumber Gempa pada Segmen Sesar Sumatera 16

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lempeng Indo-Australia di selatan, Lempeng Eurasia di utara, dan Lempeng Pasifik di timur merupakan tiga lempeng tektonik utama yang bertemu di kepulauan Indonesia (Ibrahim dkk. 2004). Karena struktur tektoniknya yang rumit, Indonesia memiliki frekuensi seismik yang tinggi dan merupakan zona seismik aktif. Mengingat keadaan ini, penting untuk memahami ciri-ciri gempa bumi lokal, terutama di lokasi yang aktif secara seismik. Menganalisis sebaran episentrum gempa di suatu wilayah dapat membantu seseorang memahami ciri-ciri gempa di wilayah tersebut (V dan Olymphina, 2017).

Pelepasan tegangan secara tiba-tiba dari permukaan bumi menyebabkan gempa bumi, yang ditandai dengan gerakan singkat yang dimulai di lokasi yang kecil dan dengan cepat menyebar ke segala arah. Salah satu akibat dari pergerakan lempeng-lempeng seismik yang saling bertabrakan adalah terjadinya gempa bumi (konvergen). Penumpukan tegangan secara bertahap di perbatasan tempat pertemuan lempeng batuan harus cukup kuat untuk menyimpan energi agar gempa dapat terjadi. Energi akan menumpuk jika kondisi ini terpenuhi hingga batas kelenturan batuan tercapai (V dan Olymphina, 2017). Karena batuan tidak dapat lagi menahan tegangan, energi gempa dilepaskan ketika batas elastis batuan terlampaui. (Setiadi dkk, 2017)

Gempa bumi adalah pelepasan energi secara cepat yang terjadi ketika batas elastisitas batuan tercapai. Gelombang yang dihasilkan akan memancar ke segala arah dan menembus bagian dalam dan luar bumi. Pada kenyataannya, gelombang ini sering merambat melalui inti bumi; lokasi ini, yang dikenal sebagai hiposenter, adalah tempat terjadinya pergeseran atau patahan lapisan batuan. Menurut

(Wibowo, 2008), episentrum adalah letak pada permukaan bumi yang tegak lurus terhadap hiposenter.

Salah satu zona tektonik aktif dunia adalah Pulau Sumatera. Enam dari dua puluh lima wilayah rawan gempa di Indonesia-termasuk Aceh, Jambi, Bengkulu, Lampung, Sumatera Barat, dan Sumatera Utara ditemukan di pulau Sumatera, menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Ciri-ciri geologis daerah tersebut, yang meliputi patahan aktif, jalur vulkanik, dan zona subduksi yang melintasi setiap bagian pulau, berkontribusi pada tingginya risiko gempa bumi di Sumatera. (Metrikasari dan Achmad, 2020). Ada beberapa gempa bumi di Sumatera Barat antara tahun 2000 hingga Juni 2018. Di Sumatera Barat, terdapat 6 kejadian gempa dengan magnitudo moment value (M_w) $> 7,0$ (USGS dan CMT), dan 4.689 kejadian gempa dengan magnitudo $M_w \geq 3,0$ hingga 9,0 kedalaman 1 hingga 1000 km. Tiga faktor berkontribusi terhadap lokasi lokasi rawan gempa di Sumatera Barat. Pertama, zona subduksi, yang terletak di tengah Sumatera Barat dan merupakan pertemuan dua lempeng tektonik utama lempeng Samudera Hindia. Kedua, subduksi miring yang mengelilingi Kepulauan Mentawai bertanggung jawab atas sesar Mentawai, sesar horizontal. Ketiga, sesar Sumatera diakibatkan oleh tekanan dari pergerakan yang disebabkan oleh lempeng Indo-Australia yang menyentuh bagian barat pulau Sumatera secara miring (Asmaniar dkk., 2019).

Gerakan tersebut merupakan gerakan tanah yang disebabkan oleh deformasi (patahan), yang merupakan hasil dari perubahan ukuran, bentuk, dan lokasi material. Aktivitas seismik dapat disebabkan oleh deformasi semacam ini yang meluncur dan bergerak naik turun di suatu wilayah. Selain sebagai sarana untuk memprediksi gempa besar berikutnya dari pemicu gempa besar, *Stres Coulomb* merupakan teknik untuk menentukan mekanisme pergerakan patahan yang mengakibatkan luasan pelepasan energi inti dan gempa susulan (relaksasi) saat terjadi gempa. (Asmaniar dkk, 2019).

Kota Padang adalah sebuah kota di pesisir barat Sumatera. Garis pantainya sepanjang 19.800 meter sebagian besar ditemukan pada ketinggian kurang dari 10 meter di atas permukaan laut, dengan sebagian kota terletak di pantai. Wilayah di mana Kota Padang berada, Cincin Api, terkenal dengan gempa bumi dan letusan gunung berapinya yang teratur. (Zaitul dkk, 2021). Namun, karena Kota Padang Panjang dilintasi oleh dua ruas aktif Sumatera yaitu ruas Sianok dan ruas Sumani merupakan salah satu kota yang masuk dalam zona rawan bencana gempa. (Dawan, 2023).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, masalah yang diteliti tentang bagaimana perubahan *Coulomb stress* gempa bumi susulan Padang Panjang pada tanggal 6 Maret 2007 dengan magnitudo 6,3–6,4, dan Padang pada tanggal 30 September 2009 dengan magnitudo 7,6.

1.3 Batasan Masalah

1. Provinsi Sumatera Barat, dengan garis lintang berkisar antara -0,15 hingga -0,06 LS dan garis bujur dari 96,31 hingga 101,47 BT, merupakan wilayah yang akan diteliti.
2. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data parameter mekanisme sumber gempa (*focal mechanism*) dan data gempa susulan-khususnya data dari gempa Padang Panjang pada tanggal 6 Maret 2007, dengan M 6,3–6,4, dan gempa Padang pada tanggal 30 September 2009, dengan M 7,6.
3. Menggunakan metode *Coulomb Stress Change*.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui arah sebaran tegangan dan pergeseran tegangan *Coulomb* setelah gempa M6.3-6. 4 Padang Panjang pada tanggal 6 Maret 2007 dan gempa M7.6 Padang pada tanggal 30 September 2009.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan mengacu pada analisis perubahan tegangan *coulomb* pada gempa Padang Panjang tanggal 6 Maret 2007 M6. 3-6.4, dan gempa Padang tanggal 30 September 2009 M7.6, hasil penelitian berusaha menyajikan gambaran arah persebaran tegangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, M.R.,2019. *Analisis Perubahan Coulomb Stress Sebelum dan Sesudah Gempabumi Donggola – Palu 28 September 2018*. Program Studi Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Asmaniar., dkk. 2019. *An analysis of Coulomb stress change and triggering interaction toward seismic activities in the area West Sumatera within January 2000- June 2018*. *Journal of Physics: Conference Series* 1282: 1-2.
- Dawan,F.R.,2023.Studi Analisis Percepatan Respon Spektrum Desain Bangunan di Kota Padang Panjang.Stasiun Geofisika Kelas 1 Padang Panjang.
- Edward, Ade., 2013. *Bahaya Gempa Bumi Zona Patahan Sumatera*. Tim Pusdalops PB BPBD Prov. Sumatera Barat.
- Hidayat, N. dan Naryanto, H.S., 1997. *Tektonik dan Pengaruhnya Terhadap Gempa di Sumatera Bagian Selatan*. *Alami*, 2(3):8-9.
- Husein, S., 2016. *Bencana Gempabumi*. Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- King, G.C.P., Stein, R.S dan Lin, J. 1994. *Static Stress Change and The Triggering of earthquakes*. *Bulletin of the Seismological Society of America*. 84(3):935-953
- Metrikasari, R. dan Achmad Choiruddin., 2020. *Pemodelan Risiko Gempa di Pulau Sumatera Menggunakan Model Inhomogeneous Neyman-Scott Cox Process*. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 9(2):D102.

- Naim, M.I., Supriyadi dan Linuwih, S., 2018. *Analisis Seismisitas Dari Kepulauan Mentawai Pada Periode 2010-2016*. Indonesian Journal of Applied Physics. 8(1):6-7.
- Pawirodikromo, Widodo., 2012. *Seismologi Teknik & Rekayasa Kegempaan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Setiadi, Tio, A.P, Perdana, Y.H dan Rohadi, S., 2017. *Analisis Coulomb Stress Gempa Bumi Deli Serdang 16 Januari 2017*. Prodi Pendidikan Fisika, Fakultas Mipa. Universitas Negeri Jakarta.
- Umbu H.M.,Juliany N.M., 2020. *Arah Penyebaran Stress Coulomb pada Batuan akibat Gempabumi Kairatu 26 September 2019*. Wahana Fisika 5(1):62-70.
- V, Andrean.h.s., Olymphia., 2017. *Perbandingan Energi Gempa Bumi dan Susulan (Studi Kasus: Gempa Subduksi Pulau Sumatera dan Jawa)*. Jurnal Fisika FLUX 14(1):19
- Wibowo, S.N.E., 2008. *Analisa Statistik Seismisitas Sulawesi Utara Dan Sekitarnya periode 1973-2007*. Jakarta.
- Windy, Pricillia. S., 2020. *Perubahan Coulomb Stress Akibat Gempabumi Laut Maluku 7 Januari 2019*. Jurnal Geosaintek 6(3):138
- Zaitul, M.I., Liza, H dan Zulfa., 2021. *Memori Kolektif Masyarakat Dalam Peristiwa Gempa 2009 di Kota Padang (Studi Kasus Kecamatan Padang Barat)*. Puteri Hijau: Jurnal Pendidikan Sejarah 6(2):86-87