

**ANALISIS PERGESERAN LEMPENG TEKTONIK DI PULAU
SUMATERA MENGGUNAKAN DATA *PEAK GROUND ACCELERATION*
SERTA *GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM***

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelas Sarjana Sains

Program Studi Fisika

Konsentrasi Fisika Kebumian



oleh

Muhammad Azzara

NIM 2005466

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2024

**ANALISIS PERGESERAN LEMPENG TEKTONIK DI PULAU
SUMATERA MENGGUNAKAN DATA *PEAK GROUND ACCELERATION*
SERTA *GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM***

Oleh
Muhammad Azzara

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana
Sains

Program Studi Fisika
Konsentrasi Fisika Kebumian
FPMIPA UPI

© Muhammad Azzara
Universitas Pendidikan Indonesia

Hak cipta dilindungi Undang-Undang

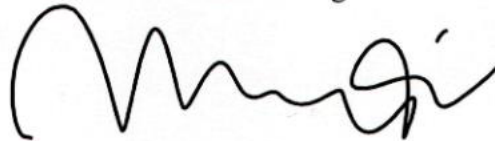
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difotokopi atau cara lainnya tanpa izin penulis

LEMBAR PENGESAHAN

Muhammad Azzara

ANALISIS PERGESERAN LEMPENG TEKTONIK DI PULAU SUMATERA
MENGUNAKAN DATA *PEAK GROUND ACCELERATION* SERTA
GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM

Pembimbing I



Nanang Dwi Ardi, S.Si., M.T.

NIP. 198012122005011002

Pembimbing II



Dr. Andhy Setiawan, S.Pd., M.Si

NIP. 197310131998021001

Mengetahui

Ketua Program Studi Fisika



Prof. Dr. Endi Suhendi, M.Si.

NIP. 197905012003121001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**ANALISIS PERGESERAN LEMPENG TEKTONIK DI PULAU SUMATERA MENGGUNAKAN DATA PEAK GROUND ACCELERATION SERTA GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 07 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan

Muhammd Azzara

20005466

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi dengan judul “Analisis Pergeseran Lempeng Tektonik di Pulau Sumatera Menggunakan Data *Peak Ground Acceleration* serta *Global Navigation Satellite System*” dapat diselesaikan. Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Fisika Kelompok Bidang Kajian Fisika Kebumian.

Tersusunnya skripsi ini berkat partisipasi dukungan dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu, sepantasnyalah jika kepada penulis diberikan penghargaan yang setinggi-tingginya. Selanjutnya, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga terwujudnya skripsi ini.

Penulis menyadari dalam skripsi ini terdapat banyak kelemahan dan kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran dari berbagai pihak untuk menyempurnakan skripsi ini sangat penulis nantikan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pembaca yang berkepentingan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat iman, Islam, dan hidup, serta menjadi satu-satunya sandaran dan pemberi kekuatan dalam menyelesaikan penelitian ini.

Saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Nanang Dwi Ardi, S.Si., M.T., Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan waktu sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Dr. Andhy Setiawan, S.Pd., M.Si., Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan waktu sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Prof. Dr. Endi Suhendi, M.Si., Ketua Program Studi Fisika Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia, sekaligus Koordinator Tugas Akhir Program Studi Fisika yang telah memberikan arahan mengenai administrasi tugas akhir.
4. Kedua orang tua saya, yang telah membesarkan, membiayai, dan senantiasa memberikan do'a serta dorongan untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Almarhum Bapak Daiman, yang selalu memberikan pelajaran hidup serta dukungan selama perkuliahan ini.
6. Ka Ody, Yuk Putri, Yuk Yuyun, Ka Alpin, Ka Prima, dan keluarga besar Yusron Yusuf Halim yang senantiasa memberikan do'a serta motivasi.
7. Keluarga besar H. Nawawi, yang selalu memberikan do'a dan motivasi.
8. Almarhum Bapak Drs. Waslaluddin M.T., dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama perkuliahan.
9. Seluruh staf administrasi Departemen Fisika UPI, yang telah memberikan arahan dan kemudahan sepanjang perkuliahan.
10. Seluruh dosen Departemen Fisika FPMIPA UPI, yang telah memberikan ilmu, motivasi, dan pelajaran kehidupan berharga.
11. Baitul Yuswa, yang memberikan do'a, motivasi, dan kebahagiaan.
12. Bapak Muhammad Nur Dandi, yang selalu memberikan informasi, mengingatkan untuk mengerjakan skripsi, serta menyediakan tempat untuk menyelesaikan skripsi ini.
13. Hasan Sabili, yang memberikan pelajaran hidup berharga.
14. Muhammad Ridho, yang selalu menemani saat jenuh dalam mengerjakan skripsi.

15. Riska Siti Nurjanah, yang selalu mendengarkan keluh kesah, memberikan dukungan, dan mendo'akan.
16. Rekan-rekan konsentrasi Fisika Kebumihan, yang selalu memberikan do'a, motivasi, dan dukungan selama perkuliahan.
17. Teman-teman Arboba, yang telah mengisi masa perkuliahan dengan tawa dan kebahagiaan.

Terima kasih atas segala bantuan, dukungan, dan doa yang diberikan. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah diberikan.

**ANALISIS PERGESERAN LEMPENG TEKTONIK DI PULAU
SUMATERA MENGGUNAKAN DATA *PEAK GROUND ACCELERATION*
SERTA *GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM***

MUHAMMAD AZZARA

Pembimbing I : Nanang Dwi Ardi, S.Si., M.T.

Pembimbing II : Dr. Andhy Setiawan, S.Pd., M.Si

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pergerakan lempeng tektonik di Pulau Sumatera dengan menggunakan data *Peak Ground Acceleration* (PGA) dan *Global Navigation Satellite System* (GNSS). Metode yang digunakan meliputi pengolahan data seismik untuk menghitung PGA menggunakan formula Esteve serta analisis data GNSS menggunakan vektor posisi untuk memantau perubahan posisi stasiun secara *real-time*. Data PGA yang dianalisis menunjukkan bahwa wilayah Aceh Singkil memiliki nilai PGA tertinggi, dengan rentang nilai 0,048 hingga 385,568 gal. Temuan ini mengindikasikan risiko seismik yang signifikan di wilayah tersebut. Analisis data GNSS, terutama pada Stasiun JMBI, menunjukkan korelasi kuat antara pergerakan lempeng tektonik dan nilai PGA, dengan pergeseran sebesar 0,32 mm yang diikuti oleh beberapa gempa dengan PGA sebesar 0,545 hingga 2,335 gal. Hasil ini memberikan wawasan penting mengenai dinamika tektonik di Sumatera. Kombinasi analisis PGA dan GNSS ini menghasilkan pemahaman yang komprehensif tentang risiko seismik di Pulau Sumatera, yang dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan mitigasi bencana dan penguatan infrastruktur di wilayah berisiko tinggi. Meskipun penelitian ini memberikan pemahaman tentang pola pergerakan jangka panjang, keterbatasan dalam prediksi waktu dan lokasi gempa secara presisi tetap ada. Penelitian ini diharapkan menjadi referensi penting bagi pengembangan peta risiko seismik dan kebijakan mitigasi bencana di wilayah Sumatera.

Kata Kunci: Pergeseran Lempeng Tektonik, *Peak Ground Acceleration*, *Global Navigation Satellite System*, Risiko Seismik, Mitigasi Bencana, Pulau Sumatera

**ANALISIS PERGESERAN LEMPENG TEKTONIK DI PULAU
SUMATERA MENGGUNAKAN DATA *PEAK GROUND ACCELERATION*
SERTA *GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM***

MUHAMMAD AZZARA

Pembimbing I : Nanang Dwi Ardi, S.Si., M.T.

Pembimbing II : Dr. Andhy Setiawan, S.Pd., M.Si

ABSTRACT

This study aims to analyze the movement of tectonic plates on the island of Sumatra using Peak Ground Acceleration (PGA) and Global Navigation Satellite System (GNSS) data. The analyzed PGA data shows that Aceh Singkil region has the highest PGA value, with a range of values from 0.048 to 385.568 gal. This finding indicates a significant seismic risk in the region. Analysis of GNSS data, particularly at JMBI Station, showed a strong correlation between tectonic plate movement and PGA values, with a shift of 0.32 mm followed by several earthquakes with PGAs of 0.545 to 2.335 gal. These results provide important insights into tectonic dynamics in Sumatra. The combination of PGA and GNSS analysis provides a comprehensive understanding of seismic risk on the island of Sumatra, which can be used as a basis for disaster mitigation planning and infrastructure strengthening in high-risk areas. Although this research provides an understanding of long-term movement patterns, limitations in the precise prediction of earthquake timing and location remain. This research is expected to be an important reference for the development of seismic risk maps and disaster mitigation policies in the Sumatra region.

Keywords: Tectonic Plate Movement, Peak Ground Acceleration, Global Navigation Satellite System, Seismic Risk, Disaster Mitigation, Sumatra Island

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	4
2.1 Teori Lempeng Tektonik	4
2.2 Gempa Bumi	4
2.2.1 Gelombang Seismik	5
2.2.2 Parameter Gempa Bumi	6
2.3 <i>Peak Ground Acceleration</i>	10
2.4 <i>Global Navigation System Satellite</i>	11
2.4.1 Geodesi dan GPS	13
2.5 Korelasi antara PGA dan GNSS	14
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Desain Penelitian.....	16
3.2 Instrumen Penelitian.....	17
3.3 Prosedur Penelitian.....	18
3.3.1 Pengambilan dan Pengolahan Data Gempa	18
3.3.2 Pengambilan dan Pengolahan Data GNSS.....	20
3.4 Analisis Data	21

LAMPIRAN..... 70

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z., Andreas, H., Kato, T., Ito, T., Meilano, I., Kimata, F., Natawidjaya, D. H., & Harjono, H. (2009). Crustal deformation studies in Java (Indonesia) using GPS. *Journal of Earthquake and Tsunami*, 03(02), 77–88. <https://doi.org/10.1142/S1793431109000445>
- Al-Ayubi, S., Novianty, A., & Prasasti, A. L. (t.t.). Estimasi magnitudo gempa bumi dari sinyal seismik gelombang P menggunakan metode JST Backpropagation *Estimation of earthquake magnitude from P wave seismic signal using Backpropagation ANN method*.
- Arif Mustofa Nur. (2010). *Gempa Bumi, Tsunami, dan Mitigasinya*.
- Arimuko, A. (2022). *DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics Seismotektonik* Bagian Barat Sumatra ditinjau dari Nilai-b dan Nilai-a yang didapatkan melalui Inversi Matriks dan *Regresi Linier*. 4(2). <http://jurnal.unsil.ac.id/index.php/Diffraction>
- Chen, X., Yang, H., & Jin, M. (2021). Inferring Critical Slip-Weakening Distance from Near-Fault Accelerogram of the 2014 Mw 6.2 Ludian Earthquake. *Seismological Research Letters*, 92(6), 3416–3427. <https://doi.org/10.1785/0220210089>
- Edy Irwansyah, E. W. (2012). *Zonasi Daerah Bahaya Kegempaan dengan Pendekatan Peak Ground Acceleration (Pga)*.
- Fajriyanto. (2009). *Studi Komparasi Pemakaian GPS Metode Real TIME Kinematic (Rtk) Dengan Total Station (Ts) Untuk Penentuan Posisi Horisontal*.
- Gumilar, I., Suwardhi, D., Budaya, I., Bramanto, B., & Fauzan, K. N. (2021). Kontribusi Global Navigation Satellite System pada penentuan titik kontrol udara di metode fotogrametri Unmanned Aerial Vehicle untuk pemetaan skala besar di Indonesia. *Seminar Nasional Geomatika*, 867. <https://doi.org/10.24895/SNG.2020.0-0.1202>
- Havskov, J., & Ottemoller, L. (2010). *Routine Data Processing in Earthquake Seismology*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-8697-6>
- Magdalena Bessi, A., & Leo Sianturi, H. (t.t.). *Pemetaan nilai percepatan tanah maksimum dengan metode Deterministic Seismic Hazard Analysis di lokasi*

pembangunan Observatorium Nasional Desa Bitobe Kecamatan Amfoang Tengah Kabupaten Kupang.

- Monica, F., Arisa, D., Marzuki, M., & Friska, V. (2022). *Deformation Analysis During the Pre-, Co- and Post-Seismic Phases Associated with the 2019 Mw6.0 Mentawai Earthquake Using Satellite Geodetic Technology from Sumatran GPS Array (SuGAR) Data* (hlm. 935–946). https://doi.org/10.1007/978-981-19-0308-3_74
- Mulyasari, R., Brahmantyo, B., & Supartoyo, S. (2017). Kuantitatif Aktivitas Tektonik Relatif di Pegunungan Baturagung Jawa Tengah. *Bulletin of Geology*, 1(1), 40–53. <https://doi.org/10.5614/bull.geol.2017.1.1.3>
- Nurfitriani, D. I. (2014). Monitoring Gempa Bumi Vulkanik dengan Memanfaatkan Simulasi Bencana Letusan Gunung Berapi untuk Melatihkan Tindakan Evakuasi. *Jurnal Fisika*, 03(02), 30–38.
- Peter J. G., Teunissen, & Alfred Kleusberg. (1998). *GPS for Geodesy*.
- Rafie, M. T., Sahara, D. P., Cummins, P. R., Triyoso, W., & Widiyantoro, S. (2023). Stress accumulation and earthquake activity on the Great Sumatran Fault, Indonesia. *Natural Hazards*, 116(3), 3401–3425. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-05816-2>
- Rohman, I., Darmawan, D., Nugroho, D., Wibowo, B., Fisika, J. P., Yogyakarta, U. N., Geofisika, S., Yogyakarta, B., & Penulis, K. (t.t.). *Penentuan formula empiris percepatan tanah maksimum di Daerah Istimewa Yogyakarta Empirical formula determination for peak ground acceleration of Special Region of Yogyakarta.*
- Sadela Suhada, A., Kardoso, R., Zuhdi, M., & Syamsuddin, S. (2023). Penghitungan Peak Ground Acceleration (PGA) di Desa Kuta Menggunakan Persamaan Empiris pada Gempabumi 19 Agustus 1977 (Mw = 8.3). *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika Indonesia*, 5(1). <https://doi.org/10.29303/jppfi.v5i1.221>
- Sigit Nugroho, Syahrul Akbar, & Resi Vusvitasari. (2008). Kajian Hubungan Koefisien Korelasi Pearson (r), Spearman-rho (ρ), Kendall-Tau (τ), Gamma (G), dan Somers (dyx). *Jurnal Gradien*, 4.

- Skarlatoudis, A. A., Papazachos, C. B., Margaris, B. N., Theodulidis, N., Papaioannou, C., Kalogeras, I., Scordilis, E. M., & Karakostas, V. (2007). Erratum: Empirical peak ground-motion predictive relations for shallow earthquakes in Greece (Bulletin of the Seismological Society of America). Dalam *Bulletin of the Seismological Society of America* (Vol. 97, Nomor 6, hlm. 2219–2221). <https://doi.org/10.1785/0120070176>
- Theophilus, Aanuoluwa, Adagunodo., Lukman, A., & Sunmonu. (2015). *Earthquake: A terrifying of all natural phenomena. .*
- Toyfur, M. F., & Pribadi, K. S. (2016). *Seismic risk assessment for road in Indonesia*. 030006. <https://doi.org/10.1063/1.4947389>
- Tuti Budiwati, Afif Budiyo, Wiwiek Setyawati, & Asri Indrawati. (2010). Analisis Korelasi Pearsn untuk Unsur-Unsur Kimia Air Hujan Di Bandung. *Jurnal Sains Dirgantara*, 7.
- Wong, N. Z., Feng, L., & Hill, E. M. (2019). GPS-based slip models of one Mw 7.2 and twenty moderate earthquakes along the Sumatran plate boundary. *Geoscience Letters*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40562-019-0138-y>
- Xu, P., Du, F., Shu, Y., Zhang, H., & Shi, Y. (2021). Regularized reconstruction of peak ground velocity and acceleration from very high-rate GNSS precise point positioning with applications to the 2013 Lushan Mw6.6 earthquake. *Journal of Geodesy*, 95(1). <https://doi.org/10.1007/s00190-020-01449-6>