ANALISIS MEKANISME FOKAL MENGGUNAKAN POLARITAS GELOMBANG P PADA KEJADIAN GEMPA BUMI SUMEDANG 31 DESEMBER 2023

SHIRLEY AMAZIA

H1071201024

SKRIPSI

PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

ANALISIS MEKANISME FOKAL MENGGUNAKAN POLARITAS GELOMBANG P PADA KEJADIAN GEMPA BUMI SUMEDANG 31 DESEMBER 2023

SHIRLEY AMAZIA

H1071201024

Skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Geofisika

PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Analisis Mekanisme Fokal Menggunakan Polaritas Gelombang P pada Kejadian Gempa Bumi Sumedang 31 Desember 2023
Nama Mahasiswa	: Shirley Amazia
NIM	: H1071201024
Jurusan/Program Studi	: Fisika/Geofisika
Tanggal Lulus	: 31 Juli 2025
SK pembimbing	: 4797/UN22.8/TD.06/2023 / Tanggal 21 Desember 2023
SK Penguji	: 2391/UN22.8/TD.06/2025 / Tanggal 23 Juli 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Radhitya Perdhana, S.Si., M.Sc.	Arin Kuncahyani, S.Si., M.T.
NIP198911142019031011	NIP198405192008012010

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Dr. Joko Sampurno, S.Si.	Zulfian, S.Si., M.Si.
NIP198408252008011004	NIP198812142020121005

PimpinanSidang (Merangkap Penguji)	Sekretaris Sidang (Merangkap Penguji)
Radhitya Perdhana, S.Si., M.Sc	Arin Kuncahyani, S.Si., M.T.
NIP198911142019031011	NIP198405192008012010

Mengesahkan

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Guzrizal, S.Si., M.Si.
NIP197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa	: Shirley Amazia
NIM	: H1071201024
Jurusan/Program Studi	: Fisika/Geofisika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila dikemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur-unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian Pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 24 September 2025



Shirley Amazia
H1071201024

Analisis Mekanisme Fokal dengan Polaritas Gelombang P pada Kejadian Gempa Bumi Sumedang 31 desember 2023

Abstrak

Indonesia dikenal sebagai negara yang memiliki aktivitas seismik tinggi, terutama di Pulau Jawa, karena berada di pertemuan tiga lempeng tektonik utama. Tingginya tingkat seismisitas di Jawa Barat dibuktikan dengan 1.115 gempa bumi sepanjang tahun 2023. Salah satu kejadian signifikan adalah Gempa Bumi Sumedang pada 31 Desember 2023, yang merupakan gempa dangkal dengan magnitudo M4.8 dan diduga *dip*icu oleh sesar lokal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis mekanisme fokal gempa tersebut menggunakan polaritas gelombang P untuk mengidentifikasi orientasi bidang sesar dan jenis patahannya. Data polaritas impuls gelombang P dianalisis melalui proses inversi menggunakan metode *grid search* berbasis Python dengan *library* ObsPy. Hasil analisis menunjukkan nilai *strike* 140°, *dip* 85°, dan *rake* -50°. Nilai *rake* ini mengindikasikan bahwa tipe sesar penyebab gempa adalah *oblique-slip* sinistral-normal, yaitu sesar geser mendatar dengan komponen normal minor. Berdasarkan visualisasi mekanisme fokal, gempa ini disebabkan oleh gaya geser mendatar dengan sedikit komponen ekstensi. Orientasi bidang sesar (*strike* ~140°) konsisten dengan sesar-sesar lokal berorientasi barat laut – tenggara di wilayah Sumedang, termasuk Sesar Lembang, sehingga gempa ini kemungkinan berasosiasi dengan aktivitas sesar tersebut. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih rinci tentang dinamika tektonik di wilayah Sumedang dan dapat menjadi dasar penting untuk manajemen risiko bencana serta perencanaan tata ruang yang lebih baik di masa depan.

Kata kunci : Mekanisme Fokal, Polaritas Gelombang P, Gempa Bumi Sumedang, Sesar Aktif, *Oblique-slip*, Seismologi.

Focal Mechanism Analysis Using P-Wave Polarity: A Case Study of the December 31, 2023 Sumedang Earthquake

Abstract

Indonesia is known as a country with high seismic activity, especially on the island of Java, due to its location at the intersection of three major tectonic plates. The high level of seismicity in West Java is evidenced by 1,115 earthquakes recorded throughout 2023. One significant event was the Sumedang Earthquake on December 31, 2023, a shallow earthquake with a magnitude of M4.8 that was felt up to an intensity of IV MMI. This study aims to analyze the focal mechanism of the earthquake using P-wave polarity to identify the orientation of the fault plane and its type. P-wave polarity data were analyzed through an inversion process using a Python-based grid search method with the ObsPy library. The analysis results show a strike of 140°, a dip of 85°, and a rake of -50°. This rake value indicates that the causative fault type is oblique-slip sinistral-normal, a strike-slip fault with a minor normal component. The focal mechanism visualization shows that the earthquake was caused by horizontal shear stress with a slight extensional component. The fault plane orientation (strike ~140°) is consistent with other local northwest-southeast oriented faults in the Sumedang area, including the Lembang Fault, suggesting that this earthquake may be associated with their activity. This research provides a more detailed understanding of the tectonic dynamics in the Sumedang region and can serve as an important basis for disaster risk management and better spatial planning in the future.

Keywords **:** *Focal Mechanism, P-wave Polarity, Sumedang Earthquake, Active Fault, Oblique-slip, Seismology.*

PRAKATA

Puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "**Analisis Mekanisme Fokal Menggunakan Polaritas Gelombang P pada Gempa Sumedang 31 Desember 2023**" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Geofisika , Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura. Penyusunan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari dukungan, bantuan, harapan serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya, bapak Namsin dan ibu Ertina, yang selalu memberikan doa, dukungan, baik secara materil maupun moril, serta kasih sayang tanpa henti sehingga saya dapat sampai pada tahap ini.
2. Kepada nenek yang sudah berpulang, terimakasih sudah merawat dan menjaga saya dan selalu berpesan untuk menjadi orang yang baik dan berprestasi.
3. Kembaran saya Chintya Audrey, yang selalu menjadi semangat saya dalam menyelesaikan studi ini.
4. Adik-adik saya, Priskilla Willa dan Patricia Louis yang selalu mendukung dan menjadi semangat saya dalam perjalanan meraih gelar sarjana.
5. Keluarga besar, yang juga ikut mendukung dan memberi semangat kepada saya dengan menanyakan "kapan wisuda"
6. Bapak Radhitya Perdhana, S.Si., M.Sc selaku Dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu dalam memberikan bimbingan, arahan, ilmu pengetahuan, kepada saya selama proses pengerjaan tugas akhir.
7. Ibu Arin Kuncahyani, S.Si., M.T. selaku Dosen pembimbing II yang juga telah meluangkan waktu dalam memberikan bimbingan, arahan, ilmu pengetahuan, kepada saya selama proses pengerjaan tugas akhir.

8. Kepada *staff* dan pegawai BMKG Sleman , mas Yusuf Hadi Perdana yang juga menjadi *partner* diskusi dalam mengerjakan tugas akhir, serta selauruh *staff* dan pegawai BMKG Sleman yang sudah membimbing dan memberikan ilmu serta wawasan baru dalam penulisan tugas akhir ini.
9. Kepada bapak Dr. Joko sampurno selaku dosen penguji I dan bapak Zulfian M.Si selaku dosen penguji II, yang telah memberikan arahan dan masukan dalam penulisan tugas akhir ini.
10. Dr. Yoga Satria Putra, S.Si., M.Si selaku Ketua Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura.
11. Seluruh Dosen Jurusan Fisika yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan wawasan selama menempuh pendidikan beserta staf akademik atas bantuan dan dukungannya selama masa pendidikan hingga terselesainya tugas akhir ini.
12. Rekan-rekan angkatan 2020 (QUARKIRVING) dan rekan-rekan seperjuangan belajar selama kuliah yaitu Vira Magviroh, Linisa Auliya Amrunzawki, Qashasmae Athur, Indah Gelisah Manurung, Roki Sanesa, Tarisya Juliana, Deni Alpito, Andreas Marudut, Dwi Ishika Noviandita, Bella Ankara Can, dan Weni Rianda.

Saya menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini tentunya tidak pernah luput dari kesalahan dan jauh dari kata sempurna baik secara materi maupun cara penulisan. Oleh karena itu, saya mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Akhir kata saya mengucapakan, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi dunia akademik dan memberikan kontribusi bagi masyarakat.

Pontianak, 24 September 2025
Penulis

Shirley Amazia

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii
PRAKATA vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xii
BAB I 1
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 Parameter Gempa Bumi 6
2.3 Gelombang Seismik 9
2.4 Kondisi Tektonik Jawa Barat 12
2.5 Penelitian Sebelumnya 13
2.6 Sesar atau Patahan 16
2.7 Parameter Bidang Sesar 17
2.8 Polaritas Gelombang P 18
2.9 Mekanisme Sumber Gempa Bumi (*Focal mechanism*) 20

2.10 Sudut azimuth dan take-off.....21
BAB III METODE PENELITIAN 24
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian 24
3.2 Metode Pengumpulan Data 24
3.3 Studi Literatur.....27
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....28
3.5 Metode Analisis Data.....28
3.6 Alur Penelitian.....31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 32
4.1 Penentuan Polaritas Gelombang P.....32
4.2 Seleksi Data 33
4.3 Perhitungan Nilai Azimuth dan *Take-off Angle*.....35
4.4.Plot Stereonet.....37
4.5 Inversi Mekanisme Fokal 38
4.6 Visualisasi Hasil Inversi 40
4.7 Analisa Polaritas Gelombang P 41
4.8 Penentuan Bidang Sesar Aktual (*Fault Plane*).....42
4.9 Jenis Mekanisme Fokal 43
4.10 Kaitan Mekanisme Fokal dengan Kondisi Geologi Regional 44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....46
5.1 Kesimpulan.....46
5.2 Saran 46
DAFTAR PUSTAKA.....48
LAMPIRAN 50

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. 1 BMKG (2023) Shakemap Gempa Sumedang 31 Desember 2023 2

Gambar 2. 1 Mekanisme patahan gempa bumi Outer Rise 5
Gambar 2. 2 Jenis-jenis gelombang seismik 10
Gambar 2. 3 Jenis-jenis gelombang seismik. 10
Gambar 2. 4 Jenis-jenis gelombang seismik 11
Gambar 2. 5 Jenis-jenis gelombang seismik. 12
Gambar 2. 6 Peta sebaran gempa bumi Jawa Barat 13
Gambar 2. 7 Peta Seismitas dan Mekanisme Sumber Gempa Bumi Sumatera 14
Gambar 2. 8 Peta mekanisme fokal sumber gempa 15
Gambar 2. 9 Peta seismisitas gempa bumi Sulawesi bagian selatan 16
Gambar 2. 10 Jenis-jenis Sesar 17
Gambar 2. 11 Geomteri Sesar 18
Gambar 2. 12 Gerakan awal gelombang P pada stasiun pencatat gempa 19
Gambar 2. 13 Polaritas gelombang P diamati dengan arah yang berbeda 19
Gambar 2. 14 Mekanisme patahan gempa bumi Outer Ris 20
Gambar 2. 15 Bentuk beachball berdasarkan tipe sesar 21
Gambar 2. 16 sudut take off (kiri) dan sudut azimuth (kanan) 21
Gambar 2. 17 Ilustrasi mekanisme fokus gempa bumi 23

Gambar 3. 1 Lokasi penelitian 24
Gambar 3. 2 Peta sebaran stasiun terhadap episenter 26

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 3. 1 Data awal stasiun yang terekam oleh seismogram 25

Tabel 4. 1 Stasiun dengan data outlier 34
Tabel 4. 2 Data stasiun akhir yang digunakan..... 34
Tabel 4. 3 Perolehan nilai Azimuth dan Take-off Angle 36
Tabel 4. 4 Parameter bidang sesar gempa Sumedang 39
Tabel 4. 5 Sumbu P dan T pada beachball diagram gempa Sumedang 41
Tabel 4. 6 Interpretasi bidang patahan pada gempa Sumedang 44

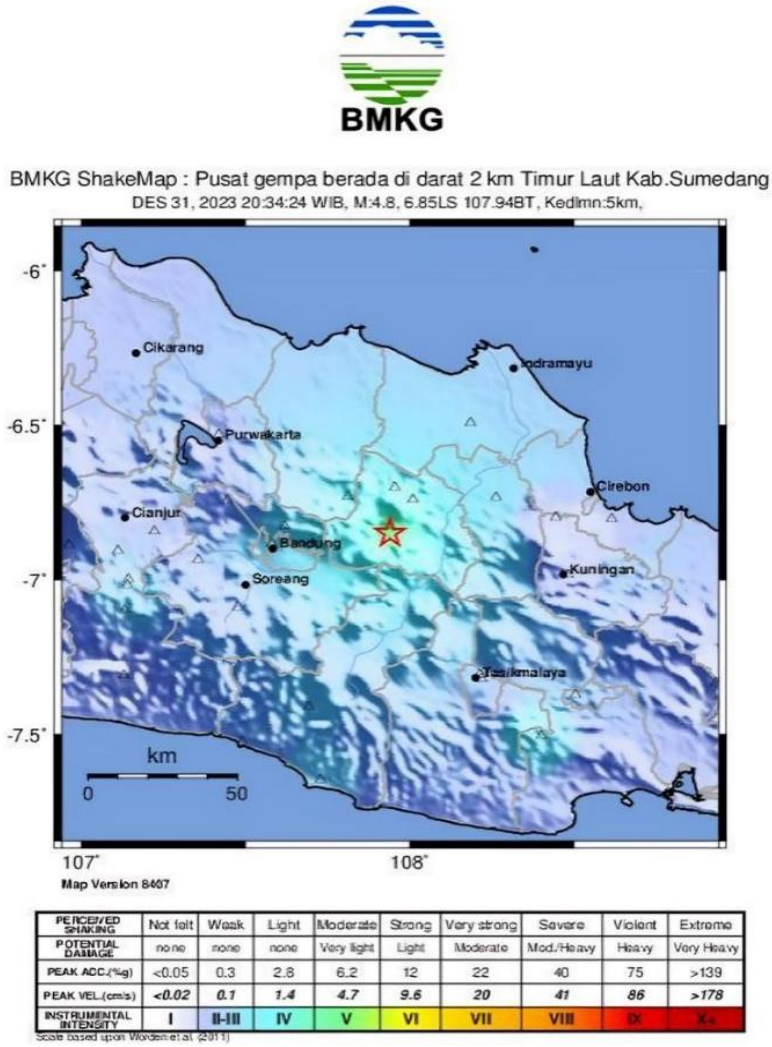
BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai negara yang berada di kawasan *Ring of Fire*, zona dengan aktivitas tektonik dan vulkanik yang tinggi di dunia. Hal ini disebabkan oleh letak geografis kepulauan Indonesia yang berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama dunia, yaitu Lempeng Indo-Australia di selatan yang bergerak relatif ke utara, Lempeng Eurasia di utara yang bergerak relatif ke selatan, serta Lempeng Pasifik di timur yang bergerak relatif ke barat (Altin Massinai dan Nakir, 2009; Harmadhoni *et al*., 2011). Interaksi lempeng-lempeng ini membentuk zona subduksi aktif yang menghasilkan jalur gunung api, pembentukan dataran tinggi, cekungan endapan, serta menimbulkan gempa bumi dengan tingkat seismisitas yang tinggi. Ketika energi hasil akumulasi tumbukan melebihi batas kekuatan batuan, energi tersebut dilepaskan dalam bentuk gempabumi.

Pulau Jawa secara geologis berada pada zona subduksi frontal di bagian selatan (Hadimoeljono et al., 2017). Selain itu, keberadaan sesar-sesar lokal juga meningkatkan kerentanan wilayah ini terhadap aktivitas seismik. Di Jawa Barat, terdapat beberapa sesar aktif seperti Sesar Lembang, Sesar Cimandiri, dan Sesar Baribis-Citanduy yang berpotensi memicu gempa bumi. Berdasarkan peta geologi Kementerian ESDM, Jawa Barat di dominasi oleh patahan naik (*thrust fault*) dan kelurusan (*lineament*), dengan mayoritas gempa bumi terjadi pada kedalaman 30– 90 km. Menurut BMKG, sepanjang tahun 2023 tercatat sekitar 1.115 gempa bumi terjadi di wilayah Jawa Barat, menandakan tingginya tingkat seismisitas provinsi ini. Salah satu kejadian gempa bumi signifikan terjadi di Kabupaten Sumedang pada hari Minggu, 31 Desember 2023 pukul 20:34:24 WIB. BMKG melaporkan bahwa gempa ini memiliki magnitudo M4.8 dengan episenter pada koordinat 6.85 LS dan 107.94 BT, terletak di darat sekitar 2 km timur laut Kabupaten Sumedang pada kedalaman 5 km. Gempa bumi dangkal

ini diduga diakibatkan oleh aktivitas sesar lokal bertipe *strike-slip*. Berdasarkan Pusat Vulkanologi dan Mitigasi BencanaGeologi, gempa tersebut berasosiasi dengan Sesar Cileunyi–Tanjungsari yang memiliki laju geser sekitar 0,19–0,48 mm/tahun dan memanjang dari selatan Desa Tanjungsari ke timur laut hingga Lembah Sungai Cipeles. Selain itu, hasil analisis BMKG menunjukkan kemungkinan adanya sesar aktif lain yang belum terpetakan di wilayah Sumedang, yang kemudian diidentifikasi sebagai Sesar Sumedang (Badan Geologi, 2023).



Gambar 1. 1 BMKG (2023) Shakemap Gempa Sumedang 31 Desember 2023 pukul 20:34:24 WIB

Berdasarkan peta guncangan tanah (*Shakemap*), gempabumi ini dirasakan di beberapa wilayah seperti Situraja, Sumedang Selatan, Sumedang Utara,

Ganeas, dan Cimalaka dengan intensitas mencapai IV MMI, yang ditandai dengan getaran dirasakan banyak orang di dalam rumah, beberapa orang di luar rumah, gerabah pecah, jendela dan pintu berderik, serta dinding berbunyi. Penelitian ini akan berfokus pada studi Mekanisme Fokal untuk mengidentifikasi jenis patahan penyebab gempa bumi Sumedang. Studi mekanisme fokal memberikan pemahaman mendalam tentang sifat penjalaran energi gelombang di fokus gempa, serta menghasilkan informasi parameter sesar seperti *strike*, *dip*, dan *rake* yang sangat penting dalam menentukan jenis patahan penyebab gempa bumi. Berdasarkan latar belakang tersebut, *dip*erlukan perumusan masalah, tujuan, batasan, dan manfaat penelitian sebagaimana berikut.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana orientasi bidang sesar *strike*, *dip* dan *rake* menggunakan analisis polaritas gelombang P (Primer).
2. Bagaimana visualisasi dari mekanisme sumber gempa bumi yang terjadi dan jenis patahannya

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini dibatasi oleh kejadian gempa yang terjadi di wilayah Sumedang pada 31 Desember 2023 pada *origin time* 13:34:24 UTC sebagai pusat gempa.
2. Metode analisa yang digunakan berupa hasil pengamatan polaritas gelombang P (Primer).
3. Data yang didapatkan berupa data sekunder dari BMKG Stasiun Geofisika Kelas I Sleman, Yogyakarta.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi orientasi bidang sesar yaitu, *strike*, *dip*, dan *rake* berdasarkan polaritas gelombang P (Primer).
2. Membuat visualisasi dari mekanisme sumber gempa bumi yang terjadi dan menganalisis jenis patahannya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Dapat mengetahui orientasi bidang patahan (sesar naik, sesar geser dan sesar normal) untuk memahami dinamika kerak bumi di wilayah Sumedang, Jawa Barat.
2. Dapat memanajemen risiko bencana untuk mempersiapkan perencanaan tata ruang pembangunan infrastruktur tahan gempa.