

C08

Penerapan Inversi Model Garis pada Data Gempa Bumi Tipe Magnitude “M” di Papua Barat Bulan Oktober 2023

Rosdiana Yoku

Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Internasional Papua
email: rosdianayoku@iup.ac.id

ABSTRAK

Metode inversi merupakan salah satu metode geofisika yang dipakai untuk menganalisis data geofisika. Dalam menganalisis data geofisika terdapat tiga klasifikasi masalah inversi yaitu overdetermined, underdetermined dan eventdetermined. Dari ke tiga permasalahan inversi selalu ditemukan penelitian dilapangan yaitu keadaan overdetermined, sedangkan data yang diharapkan dalam penelitian geofisika adalah data yang unqi. Untuk menjawab permasalahan overdetermined maka dilakukan pendekatan secara umum menggunakan teknik inversi model garis. Supaya dapat menganalisis dan memahami lebih lanjut tentang teknik inversi model garis maka dilakukan penerapan dalam menganalisis data gempa bumi tipe magnitudo M di Lokasi Papua Barat pada bulan Oktober 2023. Data gempa berupa data sekunder yang diperoleh dari situs online resmi BMKG Indonesia, sampel data yang diperoleh sebanyak tiga. Pengolahan data akan menggunakan persamaan matematika diskrit dalam bentuk komputasi menggunakan software Ms. Excel dan hasilnya berupa grafik inversi model garis dengan bentuk persamaan garis $y = -9.3284x + 53.068$ dan nilai kolerasi dalam presentasi 100% yang menjelaskan hubungan linieritas antara dua variable yang diamati yaitu besar magnitudo (SR) dan kedalaman (Km) adalah sebanding.

Kata kunci: Inversi, inversi model garis, linieritas, *overdetermined*, data sekunder

PENDAHULUAN

Metode inversi merupakan salah satu metode geofisika yang dipakai untuk menganalisis data geofisika. Dalam menganalisis data geofisika harus dilihat permasalahan inversi, berdasarkan permasalahan inversi diklasifikasikan menjadi tiga yaitu overdetermined, underdetermined dan eventdetermined. Dari ke tiga permasalahan inversi selalu ditemukan penelitian dilapangan yaitu keadaan overdetermined, dimana jumlah data lebih banyak dari parameter model, sedangkan data yang diharapkan dalam penelitian geofisika adalah data yang unqi yaitu jumlah data dan parameter model harus sama (eventdetermined). Untuk menjawab permasalahan overdetermined maka dilakukan pendekatan secara umum menggunakan teknik inversi yang terdiri dari inversi model garis, inversi model parabola dan inversi model bidang. Model inversi didasarkan pada sistem diskritisasi yaitu mengubah data kontinyu menjadi data diskrit, sehingga untuk pengolahan data akan menggunakan persamaan matematika diskrit sebagai opratornya. Data yang dianalisis secara inversi diharapkan dapat memberi informasi yang saling berkaitan dengan parameter fisis yang diamati dan respon bawah permukaan bumi. Data geofisika dapat diperoleh dengan pengukuran secara langsung di lapangan maupun di laboratorium, data yang diperoleh secara langsung adalah data primer, sedangkan data yang sudah tersedia dari penelitian sebelumnya tanpa melakukan pengukuran merupakan data sekunder.

Dengan menggunakan inversi model garis pada data sekunder berupa data gempa bumi tipe magnitudo M yang diperoleh dari situs resmi Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Indonesia diharapkan dapat memberi informasi dan pengetahuan tentang metode inversi model garis berdasarkan hubungan kolerasi parameter model pada data gempa bumi tipe magnitudo M bulan Oktober 2023 di Papua Barat.

KAJIAN PUSTAKA

Pemodelan Inversi

Pemodelan inversi (inverse modeling) sering dikatakan sebagai kebalikan dari pemodelan ke depan (forward modeling) yaitu parameter modelnya diperoleh dari data pengamatan secara langsung. Mendefinisikan teori inversi sebagai suatu kesatuan Teknik atau metode matematika dan statistik untuk memperoleh informasi yang berguna mengenai suatu sistem fisika berdasarkan observasi terhadap sistem tersebut (Menke, 1984). Pada dasarnya proses inversi merupakan kegiatan analisis data observasi yang diolah menggunakan persamaan matematika dan mendapatkan output berupa respon parameter model. Inversi diklasifikasikan menjadi tiga masalah inversi yaitu :

1. Overdetermined, data observasi yang menyatakan jumlah data lebih banyak dari parameter model ($N > m$)
2. Underdetermined, data observasi yang menyatakan jumlah data lebih sedikit dari parameter model ($N < m$)
3. Evendetermined, data observasi yang menyatakan kesetaraan antara jumlah data dan parameter model ($N = m$)

Teknik inversi yang digunakan dalam menyelesaikan masalah inversi dan menganalisis data geofisika terdiri dari inversi model garis, inversi model parabola dan inversi model bidang.

Inversi Model Garis

Teknik inversi yang digunakan dalam inversi model garis menggunakan formulasi permasalahan inversi secara umum yaitu parameter atau variable yang terlibat dinyatakan dalam notasi matriks dengan memiliki hubungan yang linieritas yaitu hubungan yang sebanding antara dua variabel. Solusi awal sebelum dinyatakan dalam matriks adalah menggunakan pendekatan persamaan garis dengan model matematika sebagai berikut.

$$y_n = m_1 + m_2 x_n \quad (1)$$

Persamaan (1) dapat dinyatakan dalam bentuk notasi matriks yaitu :

$$\begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & x_2 \\ 1 & x_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

Sehingga dari persamaan (2) dapat dituliskan formulasi umum inversi model garis secara singkat adalah:

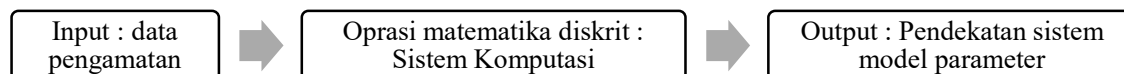
$$Gm = d \quad (3)$$

Dimana d adalah respon data terukur yang dinyatakan dalam vektor kolom, m adalah model parameter dan G adalah matriks kernel yaitu matrik yang berisikan data hubungan antara respon data terukur dan

parameter model (Supriyanto, 2007). Hasil dari persamaan inversi model garis dapat dinyatakan dalam gambar grafik kartesius yang menunjukkan hubungan variable x dan variable y dalam bentuk garis lurus.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam menganalisis inversi model garis pada data gempa selama tiga hari yaitu metode inversi model garis dengan bagan proses sebagai berikut :



Gambar 1. Bagan alir proses inversi

Data yang diinput berupa data sekunder yaitu data gempa selama satu bulan yang diperoleh dari situs resmi BMKG Indonesia (<https://repogempa.bmkg.go.id/>) data gempa bumi lokasi West Papua pada bulan Oktober 2023 pukul 00.00 WIB – 23.59 WIB dengan tipe magnitudo M diperoleh tiga kejadian gempa. Variabel yang diambil sebagai inputan adalah kedalaman (Km) dan magnetud (SR).

Tabel 1. Data Gempa Bumi Region Papua Barat Bulan Oktober Tipe Magnitudo M (Kedalaman Vs Magnitudo)

No	Tanggal dan Waktu	Kedalaman (Km)	Magnitudo (SR)	Mag. Type	Lokasi
1	2023-10-20, T03:12:30.523633Z	10	4.61	M	West Papua, Indonesia
2	2023-10-29, T19:24:57.223339Z	21	3.43	M	West Papua, Indonesia
3	2023-10-30, T15:14:17.595997Z	18	3.76	M	West Papua, Indonesia

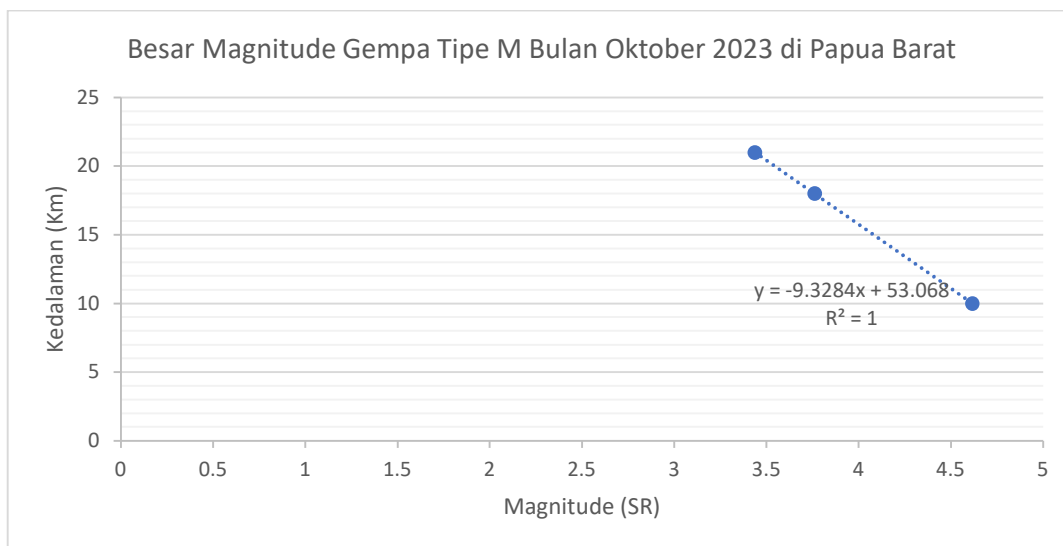
(Sumber : <https://repogempa.bmkg.go.id/>)

Setelah diinput dilakukan pengolahan data menggunakan model matematika diskrit yaitu dengan tahapan sebagai berikut:

1. Membuat persamaan model garis yaitu $y = m_1 + m_2x$
Keterangan : x dan y adalah masing- masing kedalaman (Km) dan magnetud (SR), dan m_1 dan m_2 adalah parameter model yang akan dicari.
2. Menggambar grafik hubungan antara kedalaman dan magnitudo menggunakan software Ms.Excel.
3. Menentukan nilai parameter model m_1 dan m_2 menggunakan Ms.Excel

Setelah mendapatkan hasil dari pengolahan data maka outputnya berupa parameter model, yang akan diinterpretasikan secara kuantitatif dalam bentuk grafik kartesius.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2 Grafik Hubungan antara Besarnya Magnitude Gempa Bumi pada Kedalaman di Papua Barat Bulan Oktober 2023

Data gempa yang diperoleh untuk tipe magnitudo M dapat dianalisis bahwa data tersebut masuk dalam klasifikasi overdetermined jika dilakukan penerapan inversi model garis yaitu jumlah data lebih banyak dari parameter model ($N = 3$ dan $m = 2$). Penerapan ini dilakukan untuk mendapatkan hasil hubungan linieritas data dalam bentuk persamaan garis, bentuk garis yang bernilai korelasi antara 80 – 100% serta parameter model yang belum diketahui.

Grafik pada gambar 2 di atas menjelaskan tentang hubungan antara dua variabel yang saling berhubungan yaitu besarnya magnitudo gempa dalam satuan skala richer (SR) dengan kedalaman titik terjadinya gempa dalam satuan kilometer (Km) di Papua Barat pada bulan Oktober 2023 dengan banyaknya sampel data adalah tiga (3) kejadian gempa bumi dengan tipe magnitudo M yang terjadi pada tanggal 20, 29 dan 30 (tabel 1). Teknik inversi model garis yang diterapkan dalam data gempa di atas dapat dilihat bentuk garis pada grafik yaitu membentuk garis lurus dengan nilai korelasi 100% dan persamaan garis adalah $y = -9.3284x + 53.068$. Sehingga besarnya nilai parameter model yang dicari telah diperoleh 53.068 merupakan parameter model pertama (m_1) dan $-9.3284x$ adalah nilai dari parameter model ke dua (m_2). Nilai korelasi (R^2) pada grafik di atas menunjukkan bahwa semua data berada dalam satu garis lurus (linier), sehingga memberi makna yang saling berhubungan dan bergantung yaitu semakin dalam pusat gempa maka semakin kecil magnitudenya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa.

1. Penerapan metode inversi model garis pada data gempa bumi tipe magnitudo “M” di Papua Barat pada bulan Oktober 2023 sudah memberi informasi dan pengetahuan tentang hubungan linieritas antara besarnya magnitudo gempa bumi dengan kedalaman berdasarkan bentuk persamaan garis $y = -9.3284x + 53.068$ dan nilai korelasi 100% yang membentuk garis lurus.

2. Telah didapatkan nilai model parameter m_1 dan m_2 adalah 53.068 dan -9.328.
3. Data gempa bumi tipe magnitudo “M” di Papua Barat pada bulan Oktober 2023 yang diterapkan inversi model garis termasuk dalam klasifikasi *overdetermined*.

Ucapan Terimakasih

Penulisan ini dapat terselesaikan dengan baik karena adanya data sekunder yang bisa diakses secara umum yang disediakan oleh pihak BMKG Indonesia melalui situs online resminya, sehingga saya mengucapkan banyak terimakasih untuk pihak BMKG yang terus updet dalam informasi kegempaan secara nasional dan terbuka serta ucapan terimakasih juga kepada pihak Universitas Internasional Papua sebagai wadah atau tempat penyalur untuk peneliti dapat berpikir kritis, logis dan berinovasi dalam pengembangan penulisan artikel ilmiah.

Semoga penulisan ini bermanfaat dan berguna bagi para pembaca serta memberi pengetahuan lebih dalam menganalisis data geofisika menggunakan metode inversi model garis.

DAFTAR PUSTAKA

- Grandis, H. 2008. Pemodelan Inversi Geofisika. Badan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.
- Menke, W. 1984. Geophysical Data Analysis : Discrete Inverse Theory. Cambridge University Press. United Kingdom
- Supriyanto. 2007. Analisis Data Geofisika : Memahami Teori Inversi. Departemen Fisika FMIPA Universitas Indonesia. Jakarta

<https://repogempa.bmkg.go.id/>