

## RELOKASI HIPOSENTER GEMPABUMI JAWA BARAT DAN SEKITARNYA MENGUNAKAN METODE MJHD

**Ahmad Ilham Habibi, Supardiyono**  
Prodi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya  
[ahmadilhamhabibi@gmail.com](mailto:ahmadilhamhabibi@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian Skripsi ini bertujuan untuk merelokasi hiposenter gempabumi di daerah Jawa Barat dan sekitarnya pada tahun 2011—2015 menggunakan metode MJHD dan membandingkan posisi hiposenter sebelum dan sesudah direlokasi menggunakan metode MJHD. Data penelitian ini diperoleh dari katalog gempa BMKG dengan format *arrival time* dengan batasan wilayah dari 6.5 LS - 9.5 LS dan 105.5 BT - 108.5 BT. Hiposenter yang dihasilkan dari relokasi menunjukkan perubahan nilai RMS yang lebih baik, nilai RMS berubah dari 0.8—1.6 detik menjadi 0.4—0.8 detik. Perubahan jarakepisenter rata – rata sebesar 11,26km. Perubahan arah dominan menuju utara mengikuti pola subduksi. Perubahan kedalaman berkisar antara -10 km sampai 10 km. Sebaran episenter hasil relokasi terlihat lebih mengelompok. Gempa yang berada di daratan didominasi oleh gempa dangkal dan gempa menengah yang disebabkan oleh sesar yang masih aktif. Gempabumi yang bersumber dari sesar aktif di darat berpotensi merusak meskipun magnetudonya kecil, namun kedalamannya dangkal dan dekat dengan pemukiman.

**Kata kunci** : Relokasi Hiposenter, MJHD, Jawa Barat,

### Abstract

This study examines aims to relocate the hypocenter of the earthquake in western Java and surrounding areas in the years 2011-2015 using the method MJHD hypocenter and compared positions before and after relocation using MJHD. The research data was obtained from BMKG earthquake catalog with arrival time format with the restriction of the 6.5 S - 9.5 S and 105.5 E - 108.5 E. Hypocenter resulting from the relocation shows the RMS value changes better, the RMS value change of 0.8-1.6 seconds to 0.4-0.8 seconds. Changes within the epicenter of the average of 11.26 km. Change dominant direction towards the north following the pattern of subduction. Changes depth ranges from -10 km to 10 km. The distribution of epicenters relocated look more clustered. An earthquake on the mainland is dominated by a shallow earthquake and medium earthquakes caused by the fault is still active. Earthquakes are sourced from the active faults on land potentially damaging magnetudonya though small, but the depth is shallow and close to the settlement.

**Keywords**: Relocation hypocenter, MJHD, West Java,

### PENDAHULUAN

Hiposenter merupakan salah satu parameter sumber gempa yang sangat penting dalam studi kegempaan. Penentuan lokasi hiposenter yang akurat diperlukan dalam analisis struktur tektonik secara detail, misalnya untuk mengetahui zona patahan, zona subduksi, dan lain-lain (Fauzi, 2014). Seiring dengan perkembangan teknologi komputasi perkembangan metode penentuan hiposenter juga semakin cepat. Penentuan hiposenter yang cepat dan akurat diperlukan untuk peringatan dini gempabumi.

Parameter yang dihasilkan dianggap perlu diakuratkan karena dalam penentuannya hanya ditujukan untuk memberikan informasi sesegera mungkin kepada masyarakat tentang adanya gempabumi, serta penentuannya menggunakan model kecepatan satu dimensi yang global dan menggunakan data stasiun yang terbatas (Putri,

2012). Ketepatan dan akurasi informasi parameter gempabumi sangatlah penting, sehingga akan membantu dalam upaya mitigasi bencana gempabumi. Salah satu upaya untuk mendapatkan ketepatan parameter gempabumi ini adalah dengan merelokasi hiposenter gempabumi.

Pulau Jawa bagian Barat dan Selat Sunda merupakan wilayah dengan kondisi tektonik yang kompleks. Selat Sunda dikenal sebagai wilayah tektonik ekstensi aktif karena merupakan wilayah transisi antara dua tipe penunjaman yang berbeda. Penunjaman oblik atau miring di sepanjang barat Sumatera dan penunjaman tegak lurus di selatan Jawa. Penunjaman miring ini mengakibatkan terbentuknya sesar geser mulai dari laut andaman, sepanjang Pulau Sumatera, Selat Sunda dan berakhir di selatan Pelabuhan Ratu, Jawa Barat (Sakti, 2012). Banyak metode yang dikembangkan

untuk menentukan lokasi hiposenter yang lebih akurat, diantaranya adalah Modified Joint Hypocenter Determination (MJHD) yang dikembangkan oleh Hurokawa dan Imoto (1990,1992).

## METODE

Penelitian ini menggunakan data katalog gempabumi BMKG dengan format arrival time. Batasan wilayah penelitian dari 6.5 LS - 9.5 LS dan 105.5 BT - 108.5 BT, serta periode waktu antara bulan Januari 2011 sampai dengan Desember 2015. Penelitian ini adalah penelitian berbasis komputasi, yaitu mengolah data gempa yang didapat dari katalog gempa BMKG menggunakan paket program MJHD. Variabel penelitian yang digunakan adalah hiposenter, kedalaman, origin time, travel time yang merupakan variabel bebas penelitian. Variabel kontrol adalah lokasi penelitian dan kecepatan 1D gelombang P. Variabel responnya adalah posisi hiposenter yang baru.

Perangkat utama yang digunakan pada penelitian adalah paket program MJHD. Format data disesuaikan menggunakan Fortran. Untuk mengetahui perubahan hiposenter dan memudahkan dalam menganalisis, hasil relokasi kemudian dipetakan menggunakan Generic Mapping Tool (GMT).

Parameter yang diperoleh dari format MJHD adalah Origin Time, lintang, bujur, kedalaman, magnitudo, dan jumlah fase gelombang P yang terekam oleh stasiun. Terdapat juga keterangan mengenai stasiun-stasiun pencatat beserta parameternya yaitu selisih waktu tiba gelombang P pada stasiun tersebut dengan Origin Time dalam orde detik, residu, jarak dan azimuth.

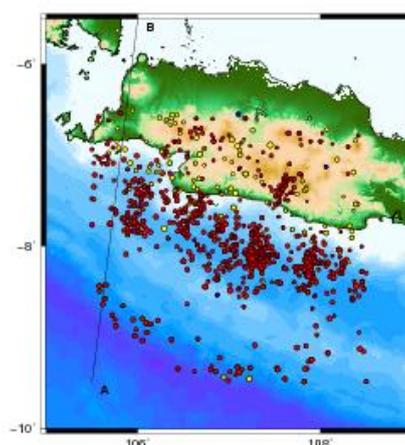
Kemudian dilakukan inversi menggunakan metode MJHD. Pembuatan input data ini dimulai dengan menentukan nilai Minimum Number of Earthquake at Each Station (MEQ) yaitu jumlah minimum gempa bumi yang dicatat pada sebuah stasiun, serta nilai Minimum Number of Station at Each Earthquake (MNST) yaitu jumlah minimum stasiun yang mencatat sebuah kejadian gempa bumi. Pada studi relokasi ini penulis menentukan nilai MEQ = 6 dan MNST = 10, dengan tujuan agar penyaringan data gempa bumi sebagai input ini dapat mengeliminasi lebih banyak data gempa bumi yang tidak sesuai.

Mengatur parameter input yang akan digunakan. Parameter – parameter tersebut adalah iform atau tipe data input, nama file masukan dan nama file

keluaran, latitude ( $X_0$ ) dan longitude ( $Y_0$ ) yang merupakan titik pusat dari tiap cluster, kedalaman fix (ZFIX) yaitu batas kedalaman gempabumi dalam km, residu maksimum travel time (RESS), jumlah iterasi maksimum (ITRT), standard deviasi (STD1), jumlah stasiun yang tidak digunakan (NAST), jumlah gempabumi pada data yang tidak digunakan (NEXC), akurasi pembacaan (RANKAB), RMAX yaitu batasan derajat dimana jika sebuah stasiun ada dalam batasan RMAX dari pusat area maka stasiun tersebut akan dilibatkan dalam perhitungan, pilihan mengenai hasil yang akan dicetak, magnitudo minimum (AMGM), dan nilai SLOPE (Fauzi, 2014). Program MJHD dijalankan beberapa kali sehingga memperoleh hasil residu yang diinginkan. Pada setiap iterasi, nama dari file input, file output, dan residu maksimum travel time pada file input MJHD harus selalu diubah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data awal yang diperoleh dari katalog BMKG sebanyak 1599 event gempa, setelah diseleksi dengan menetapkan nilai MEQ = 6 dan MNST = 10, diperoleh data sebanyak 1335 event gempa. Data yang berhasil direlokasi sebanyak 1260 event gempa, beberapa gempa tidak terelokasi karena jumlah stasiun yang mencatat kejadian gempa tersebut kurang dari batas minimal atau besarnya residual waktu tiba melebihi residual yang ditentukan. Berikut adalah peta sebaran episenter gempa Jawa Barat berdasarkan kedalamannya.



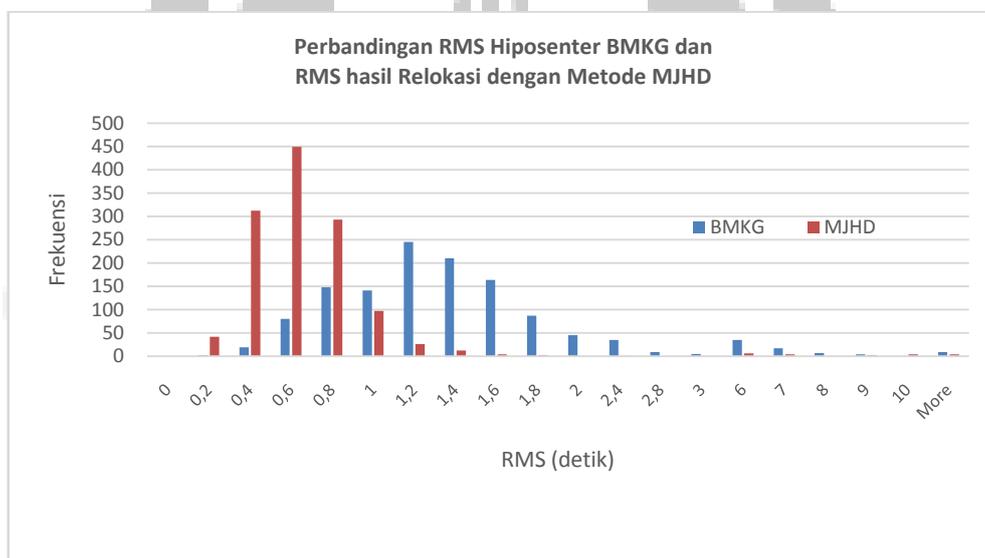
Gambar 1. Peta sebaran hiposenter pada lokasi penelitian

Simbol bulat warna merah merupakan gempa bumi dangkal (0 – 70 km), simbol bulat kuning adalah gempa bumi menengah (70 – 300 km), simbol bulat

hijau adalah gempa bumi dalam ( $> 300$  km). Dari peta diatas dapat diketahui bahwa gempa didominasi oleh gempa-gempa dangkal. Hasil relokasi menunjukkan bahwa setelah direlokasi gempa-gempa lebih mengumpul.

Indikator yang digunakan untuk menentukan hasil relokasi ini baik adalah nilai RMS (Root Mean Square) dan nilai residual. Nilai residual rata – rata yang diperoleh adalah 0,654 detik. Data waktu tiba gelombang P dari gempa lokal dengan kualitas baik akan memberikan nilai RMS travel time residual yang kecil, karena penentuan waktu tiba gelombang P akan mempengaruhi besarnya nilai travel time gelombang P observasi dan

menghasilkan travel time residual yang mendekati nol (Azizah, 2014). Hiposenter yang dihasilkan dari relokasi ini memiliki distribusi nilai RMS yang lebih baik jika dibandingkan dengan distribusi RMS BMKG. Hal ini ditunjukkan pada Gambar dimana nilai RMS MJHD dominan tersebar antara nilai 0.4 sampai dengan 0.8 detik, sedangkan nilai RMS BMKG memiliki sebaran yang dominan diantara nilai 0.8 sampai dengan 1.6 detik, serta terdapat 72 kejadian gempa bumi yang memiliki RMS diatas 5 detik. Perbedaan nilai RMS disebabkan perbedaan metode dan model kecepatan yang digunakan oleh BMKG dan MJHD.

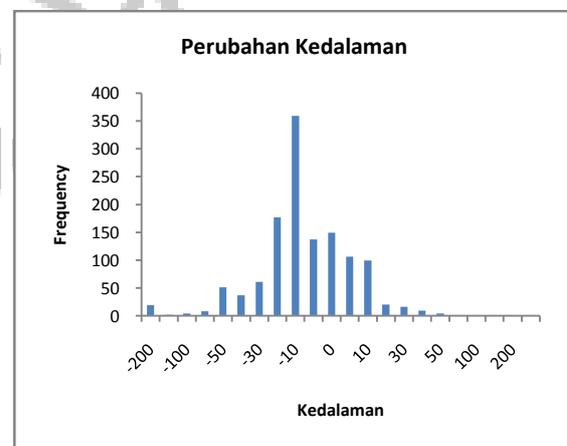


Gambar 2. Perbandingan nilai RMS BMKG dan MJHD

Hiposenter yang dihasilkan dari relokasi ini memiliki distribusi nilai RMS yang lebih baik jika dibandingkan dengan distribusi RMS BMKG. Hal ini ditunjukkan pada Gambar dimana nilai RMS MJHD dominan tersebar antara nilai 0.4 sampai dengan 0.8 detik, sedangkan nilai RMS BMKG memiliki sebaran yang dominan diantara nilai 0.8 sampai dengan 1.6 detik, serta terdapat 72 kejadian gempabumi yang memiliki RMS diatas 5 detik. Perbedaan nilai RMS disebabkan perbedaan metode dan model kecepatan yang digunakan oleh BMKG dan MJHD.

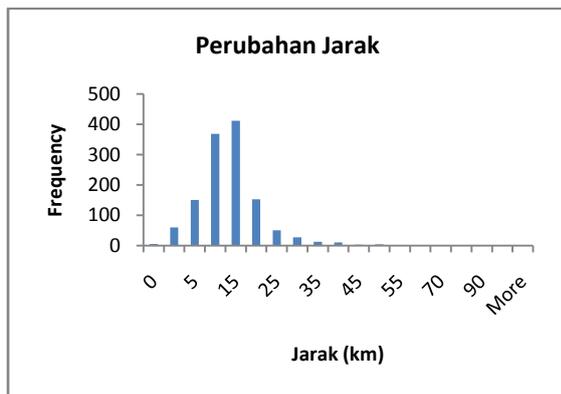
Hasil relokasi juga menunjukkan perubahan kedalaman hiposenter, yaitu perubahan posisi kedalaman hiposenter sebelum dan sesudah direlokasi. Perubahan kedalaman dapat dilihat pada Gambar 3 dimana secara dominan, kedalaman

berubah pada rentang -10 km sampai dengan 10 km.



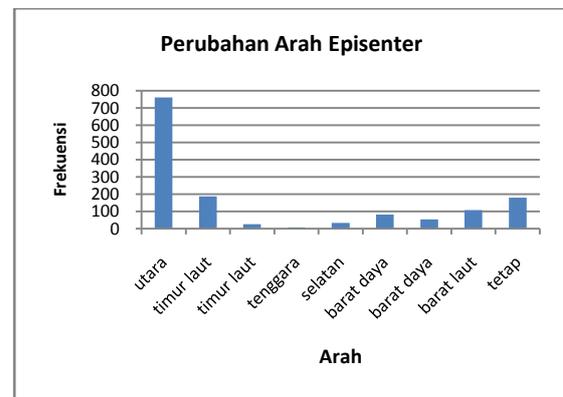
Gambar 3 Grafik Perubahan Kedalaman

Gambar 4 menunjukkan bahwa terdapat perubahan lokasi gempabumi sebelum relokasi dan setelah relokasi. Hal tersebut terlihat pada perubahan jarak episenter, yaitu pergeseran posisi episenter berdasarkan lintang bujur sebelum dan sesudah direlokasi. Perubahan jarak dominan antara 10—15 km dengan perubahan jarak rata – rata sebesar 11,26 km. Perubahan jarak episenter terbesar adalah 78,56 km.

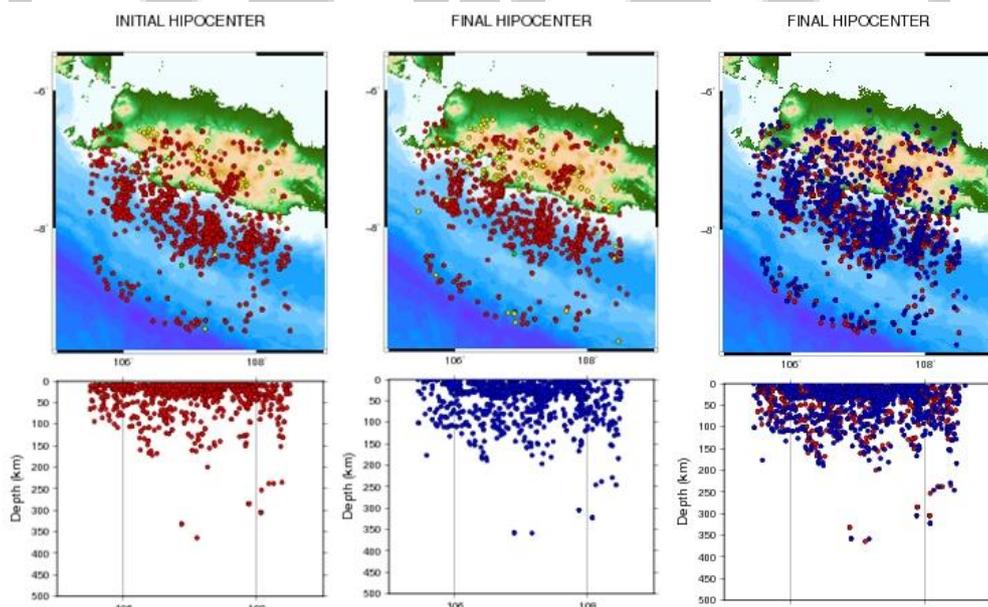


Gambar 4. Grafik Perubahan Jarak  
Perubahan arah ditunjukkan pada gambar 5, perubahan arah yaitu pergeseran posisi episenter sebelum dan sesudah direlokasi berdasarkan sumbu

kompas. Perubahan arah episenter secara dominan ke arah Utara mengikuti jalur penunjaman, dengan rata – rata pergeseran sebesar 12.49 km



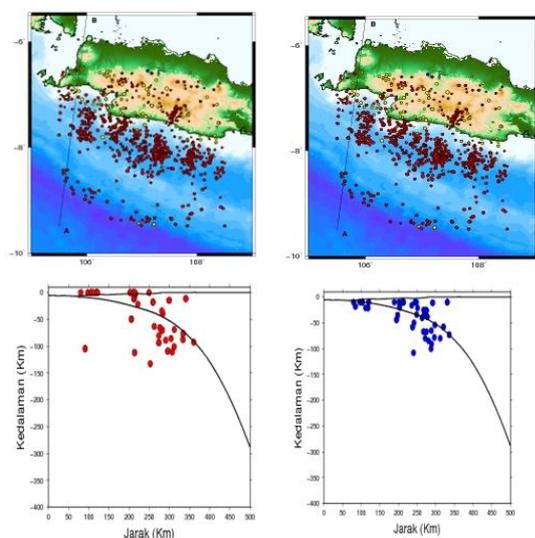
Gambar 5 Grafik Perubahan Arah Episenter  
Sebaran episenter gempabumi BMKG dan hasil relokasi MJHD pada Gambar 4.1 menunjukkan perubahan lokasi gempabumi yang cukup signifikan, karena sebaran episenter terlalu padat perubahan episenter tidak terlalu terlihat. Maka dari itu perlu dibuat penampang untuk mengetahui perubahan kedalaman hiposenter. Berikut gambar perbandingan sebaran episenter sebelum dan sesudah relokasi.



Gambar 4.7 Peta sebaran episenter sebelum, sesudah relokasi dan gabungan keduanya. Dari gambar diketahui sebaran episenter hasil relokasi terlihat lebih mengelompok. Gempa yang berada di daratan didominasi oleh gempa dangkal dan gempa menengah yang disebabkan oleh sesar yang masih aktif. Gempabumi yang bersumber dari sesar aktif di darat sangat berpotensi merusak

meskipun magnetudonya tidak terlalu besar, namun kedalamannya dangkal dan dekat dengan pemukiman dan aktivitas manusia (Malik, 2010). Distribusi sebelum dan setelah relokasi memiliki pola yang hampir sama, namun setelah relokasi kedalaman sumber gempabumi cenderung lebih

dalam dan tepat mengikuti arah trench (Sunardi, 2012). Untuk mengetahui pola penunjaman dan kegempaan yang terjadi maka dibuat penampang vertikal pada zona subduksi seperti pada gambar.



Gambar 8 Penampang vertikal A-B sebelum dan sesudah relokasi

Gambar 8 menunjukkan penampang vertikal A-B pada posisi 105.5—106.0 BT dan 9.5—5.5 LS. Pada daerah ini episenter hasil relokasi terlihat lebih mengumpul mengikuti zona subduksi. Selain itu juga terdapat sekelompok gempa dangkal yang membentuk suatu zona, cluster gempa dangkal ini melewati Ujung Kulon Fracture Zone (Sakti A., 2012).

## PENUTUP

### Simpulan

Hipocenter hasil relokasi menunjukkan peningkatan kualitas bila dilihat dari nilai residual dan perbandingan nilai RMS yang diperoleh setelah relokasi dengan sebelum relokasi. Setelah direlokasi menunjukkan pergeseran hipocenter yang bervariasi, sebagian gempabumi menjadi lebih dangkal dan sebagian menjadi lebih dalam setelah relokasi. Hipocenter hasil relokasi juga menunjukkan pergeseran yang menyebar ke semua arah dengan pergeseran dominan ke arah Utara. Distribusi gempabumi dangkal setelah relokasi terlihat lebih terfokus atau mengelompok yang mungkin berasosiasi dengan pola sesar-sesar aktif, sedangkan gempabumi dalam cenderung lebih mengikuti pola penunjaman zona subduksi.

### Saran

Metode MJHD masih menggunakan kecepatan gelombang satu dimensi yang global, yaitu ASP91, sedangkan model kecepatan setiap wilayah

berbeda-beda. Metode MJHD akan lebih teliti lagi jika menggunakan kecepatan gelombang satu dimensi lokal. Walaupun pada metode MJHD sudah memperhitungkan faktor kesalahan akibat variasi lateral kecepatan seismik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fauzi, A. (2014). Relokasi Hiposenter Gempabumi Daerah Jawa Barat Dan Sekitarnya Tahun 2009 - 2014 Menggunakan Metode MJHD. ITB.
- Hurukawa, N. (2008). *Practical Analyses of Local Earthquakes*. Tsukuba: Building Research Institute.
- Malik, Y. (2010). Penentuan Tipologi Kawasan Gempabumi untuk Mitigasi Bencana di Kecamatan Pangalengan Kabupaten Bandung.
- Sakti, A. P. (2012). Kajian Seismitas Wilayah Selat Sunda dan Jawa Bagian Barat Menggunakan Data Hasil Relokasi Simultan Terhadap Struktur Kecepatan Tiga Dimensi Gelombang P. *JTM Vol. XIX No. 2/2012*.
- Supriyanto Rohadi, d. (2012). Relokasi Hiposenter Gempa di Jawa Tengah Menggunakan Inversi Tomografi Double-Difference Simultan dan Data dari Katalog Maramex. *JTM Vol. XVIII No. 2/2012*.
- Wulandari, B. R. (2014). Relokasi : Modified Joint Hypocenter Determination (MJHD). *Diklat Teknis Geofisika-BMKG* (hal. 5-7). Cipayung: BMKG.