

**AUTOMASI PEMODELAN DEFORMASI KERAK BUMI
DARI MODEL OKADA PADA GEMPA BESAR SUMATERA
MENGUNAKAN METODE HOOKE-JEEVES**

TESIS



diajukan oleh:

ZUL IKRAM

2120442004

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

JANUARI, 2026

**AUTOMASI PEMODELAN DEFORMASI KERAK BUMI
DARI MODEL OKADA PADA GEMPA BESAR SUMATERA
MENGUNAKAN METODE HOOKE-JEEVES**

TESIS

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Magister Sains
dari Universitas Andalas**



**ZUL IKRAM
2120442004**

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALA
PADANG**

2025

AUTOMASI PEMODELAN DEFORMASI KERAK BUMI DARI MODEL OKADA PADA GEMPA BESAR SUMATERA MENGUNAKAN METODE HOOKE-JEEVES

ABSTRAK

Pemodelan deformasi kerak bumi akibat gempa besar merupakan pendekatan penting dalam memahami mekanisme sumber gempa dan respon deformasi permukaan yang terekam oleh pengamatan geodetik. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pemodelan deformasi secara manual (*trial and error*) dan pemodelan deformasi secara otomatis (automasi) berbasis model Okada pada beberapa gempa besar di wilayah Sumatra, yaitu Gempa 2005, 2007, 2010, 2012, dan 2016. Metode automasi pemodelan deformasi dilakukan dengan menerapkan metode numerik Hooke–Jeeves untuk memodifikasi parameter model secara sistematis berdasarkan nilai residu antara hasil model dan data pengamatan GPS. Pemodelan deformasi secara manual dilakukan melalui penyesuaian bertahap parameter model, meliputi geometri bidang sesar, posisi bidang sesar, besar dan arah slip, serta kedalaman sumber gempa, dengan mempertimbangkan data seismik dan mekanisme fokal. Kesesuaian model dievaluasi menggunakan nilai Root Mean Square komponen horizontal (RMSH) dan RMS total (RMST) sebagai nilai residu, serta melalui analisis visual pola deformasi permukaan. Selanjutnya, automasi pemodelan deformasi dilakukan dengan titik awal parameter berdasarkan data seismik dan batasan ukuran langkah eksplorasi tertentu, menghasilkan sejumlah model potensial dengan nilai residu yang lebih kecil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemodelan deformasi secara manual mampu menghasilkan model yang secara fisik konsisten dengan mekanisme gempa dan data pengamatan, namun memerlukan waktu yang relatif lama serta sangat bergantung pada pengalaman dan pemahaman peneliti terhadap model Okada. Sebaliknya, automasi pemodelan deformasi mampu mengeksplorasi ruang parameter secara lebih efisien dan menghasilkan model dengan nilai residu yang lebih kecil. Verifikasi dan Validasi model dilakukan dengan membandingkan hasil pemodelan terhadap penelitian sebelumnya serta melalui perhitungan momen seismik. Metode automasi berbasis Hooke–Jeeves terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi pemodelan, sementara pemodelan manual tetap berperan penting dalam memastikan konsistensi fisik dan tektonik dari model deformasi yang dihasilkan.

Kata kunci: Pemodelan deformasi, gempa Sumatra, GPS geodetik, model Okada, metode Hooke–Jeeves.

AUTOMATION CRUSTAL DEFORMATION MODELING OF THE OKADA MODEL FOR MAJOR EARTHQUAKES IN SUMATRA USING HOOKE-JEEVES METHOD

ABSTRACT

Crustal deformation modeling associated with large earthquakes is an important approach for understanding earthquake source mechanisms and surface deformation responses recorded by geodetic observations. This study aims to compare manual (trial-and-error) deformation modeling and automated deformation modeling based on the Okada elastic dislocation model for several major earthquakes in the Sumatra region, namely the 2005, 2007, 2010, 2012, and 2016 events. The automated deformation modeling was performed by applying the Hooke–Jeeves numerical optimization method to systematically modify model parameters based on the residuals between model results and GPS observation data. Manual deformation modeling was conducted through stepwise adjustments of model parameters, including fault geometry, fault position, slip magnitude and direction, and source depth, while considering seismic data and focal mechanism information. Model performance was evaluated using the Root Mean Square of the horizontal component (RMSH) and the total Root Mean Square (RMST) as residual measures, as well as through visual analysis of surface deformation patterns. Subsequently, automated deformation modeling was carried out using initial parameter values derived from seismic data and predefined exploration step-size constraints, resulting in a number of potential models with smaller residual values. The results indicate that manual deformation modeling is capable of producing physically consistent models that agree with earthquake mechanisms and observational data; however, it requires relatively longer computation time and strongly depends on the researcher's experience and understanding of the Okada model. In contrast, automated deformation modeling enables more efficient exploration of the parameter space and yields models with smaller residual values. Model verification and validation were performed by comparing the modeling results with previous studies and through seismic moment calculations. The Hooke–Jeeves–based automation method is proven to be effective in improving modeling efficiency, while manual modeling remains essential for ensuring the physical and tectonic consistency of the resulting deformation models.

Keywords: Deformation modeling, Sumatra earthquakes, geodetic GPS, Okada model, Hooke–Jeeves method.