UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemantauan Deformasi Sesar Mataram Menggunakan Data Sentinel-1 InSAR Multi-Temporal
Bayana Afifah Dharmajati, Prof. Ir. Nurrohmat Widjajanti, M.T., Ph.D., IPU., ASEAN Eng., APEC-ER.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta didominasi oleh aktivitas tektonik aktif pasca-gempa 2006, terutama di sepanjang zona pergeseran lokal yang mencakup Sesar Opak dan Sesar Mataram. Hingga saat ini, identifikasi Sesar Mataram sebagai struktur aktif berarah Barat-Timur yang melintasi kawasan padat penduduk masih berfokus pada kajian geomorfologi dan geofisika bawah permukaan. Analisis kuantitatif mengenai tingkat keaktifan, pemetaan deformasi, dan akumulasi regangan berbasis data geodetik modern pada wilayah ini khususnya Sesar Matram masih sangat terbatas karena belum dilakukan secara komprehensif. Pemetaan deformasi sesar aktif umumnya terkendala oleh keterbatasan resolusi spasial pengukuran geodetik konvensional, sehingga pemanfaatan citra satelit radar menjadi salah satu solusi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola deformasi permukaan guna mengetahui karakteristik pergerakan Sesar Mataram di DIY berdasarkan data Sentinel-1 MT-InSAR yang divalidasi dengan GNSS.

Fokus wilayah penelitian meliputi sepanjang koridor Sesar Mataram dari wilayah Sleman hingga batas wilayah Klaten. Data dari konstelasi satelit Sentinel-1 dimanfaatkan karena mampu merekam pergerakan permukaan Bumi secara kontinu, mencakup area yang luas, serta memiliki resolusi temporal yang tinggi melalui pendekatan interferometri radar. Data tersebut dianalisis dengan metode *Multi-Temporal* InSAR (MT-InSAR) untuk memperoleh solusi *time-series* kecepatan pergeseran yang presisi berdasarkan data tahun 2023 hingga 2025. Vektor pergeseran searah *Line of Sight* (LOS) didekomposisi menjadi komponen horizontal (Barat-Timur) dan vertikal menggunakan persamaan linier. Selanjutnya, kecepatan pergeseran tersebut digunakan untuk menghitung parameter regangan permukaan (*strain rate*) melalui metode *Velocity Interpolation for Strain Rate* (VISR) berbasis MATLAB, dan hasilnya divalidasi terhadap data koordinat dari GNSS campaign pada tahun 2023 dan 2025.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi deformasi Sesar Mataram berhasil dipetakan melalui analisis kuantitatif geodetik dan memberikan indikasi awal mengenai aktivitas sesar tersebut. Karakteristik deformasi didominasi oleh pergeseran horizontal arah Barat–Timur sebesar 1–4 mm/tahun, sedangkan deformasi vertikal bersifat lokal dan diduga dipengaruhi oleh faktor nontektonik, dengan nilai amblesan maksimum mencapai −12 mm/tahun. Dugaan keberlanjutan struktur Sesar Mataram menuju Sesar Dengkeng diperkuat oleh nilai regangan geser maksimum sebesar 20–45 nano*strain*/tahun yang teridentifikasi pada zona transfer tegangan dari Lembah Opak hingga Klaten. Perbandingan hasil InSAR dan GNSS menunjukkan arah pergerakan yang konsisten, dengan nilai MAE sebesar 4,537 mm/tahun dan RMSE sebesar 4,927 mm/tahun, meskipun perbedaan magnitudo pada beberapa stasiun menyebabkan hasil keseluruhan belum memenuhi ambang ketelitian kurang dari 3 mm/tahun. Mengingat cakupan temporal data InSAR yang digunakan masih terbatas, indikasi aktivitas sesar tersebut perlu dikaji lebih lanjut melalui penggunaan data geodetik dengan rentang waktu yang lebih panjang serta integrasi data geologi lapangan dan geofisika bawah permukaan untuk memperkuat pemodelan tektonik Sesar Mataram.

Kata Kunci: Sesar Mataram, MT-InSAR, Sentinel-1, VISR, GNSS, Deformasi.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Pemantauan Deformasi Sesar Mataram Menggunakan Data Sentinel-1 InSAR Multi-Temporal
Bayana Afifah Dharmajati, Prof. Ir. Nurrohmat Widjajanti, M.T., Ph.D., IPU., ASEAN Eng., APEC-ER.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The Special Region of Yogyakarta is characterized by active tectonic processes following the 2006 earthquake, particularly along local deformation zones associated with the Opak Fault and the Mataram Fault. To date, the identification of the Mataram Fault as an active west–east-trending structure crossing densely populated areas has largely relied on geomorphological studies and subsurface geophysical investigations. Quantitative analyses of its activity level, deformation distribution, and strain accumulation based on modern geodetic observations remain limited and have not yet been conducted comprehensively. Mapping active-fault deformation using conventional geodetic measurements is generally constrained by limited spatial resolution; therefore, radar satellite imagery provides a valuable alternative. This study aims to analyze surface deformation patterns and characterize the movement of the Mataram Fault in the Special Region of Yogyakarta using Sentinel-1 Multi-Temporal Interferometric Synthetic Aperture Radar (MT-InSAR) data validated against Global Navigation Satellite System (GNSS) observations.

The study area covers the Mataram Fault corridor from Sleman to the administrative boundary of Klaten. Sentinel-1 satellite data were used because they enable repeated monitoring of surface displacement over extensive areas with relatively high temporal resolution through radar interferometry. The data were processed using the MT-InSAR method to derive precise displacement-velocity time series for the 2023–2025 period. Line-of-sight (LOS) displacement vectors were decomposed into horizontal west–east and vertical components, and their velocities were estimated using linear regression. These velocities were subsequently used to calculate surface strain-rate parameters using the Velocity Interpolation for Strain Rate (VISR) method implemented in MATLAB. The resulting deformation estimates were then validated against coordinates obtained from GNSS campaign measurements conducted in 2023 and 2025.

The results demonstrate that the deformation distribution along the Mataram Fault was successfully mapped through quantitative geodetic analysis, providing preliminary evidence of fault activity. The deformation pattern is dominated by horizontal west–east movement at rates of 1–4 mm/year, whereas the vertical component is spatially localized and is presumed to be influenced by non-tectonic factors, with a maximum subsidence rate of −12 mm/year. The inferred continuation of the Mataram Fault toward the Dengkeng Fault is supported by maximum shear strain rates of 20–45 nanostrain/year identified within the stress-transfer zone extending from the Opak Valley to Klaten. Comparison between InSAR and GNSS results indicates a consistent direction of movement, with a mean absolute error (MAE) of 4.537 mm/year and a root mean square error (RMSE) of 4.927 mm/year. However, differences in velocity magnitude at several stations resulted in an overall accuracy that did not meet the threshold of less than 3 mm/year. Given the limited temporal coverage of the InSAR dataset used in this study, the indication of fault activity requires further investigation using longer geodetic observation periods and the integration of field geological data and subsurface geophysical information to strengthen the tectonic model of the Mataram Fault.

Keywords: *Mataram Fault, MT-InSAR, Sentinel-1, VISR, GNSS, deformation.*