

## INTISARI

Gunung Semeru di Jawa Timur merupakan salah satu gunung api paling aktif di Indonesia, dengan erupsi yang berlangsung secara persisten dan menimbulkan risiko bagi hampir satu juta penduduk. Keterbatasan instrumen pemantauan darat akibat kendala biaya dan aksesibilitas memerlukan pendekatan pemantauan alternatif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi hubungan antara anomali termal dan tren emisi gas SO<sub>2</sub> dengan aktivitas vulkanik Gunung Semeru menggunakan data Sentinel-2 dan Sentinel-5P, serta memetakan pola deformasi permukaan akibat erupsi Gunung Semeru tahun 2021 berdasarkan data SAR Sentinel-1. Studi ini mengintegrasikan data multi-sensor satelit Sentinel untuk menganalisis anomali termal, emisi gas SO<sub>2</sub>, dan deformasi permukaan yang terkait dengan erupsi tahun 2021. Anomali termal terdeteksi menggunakan Normalized Hotspot Index (NHI) dari Sentinel-2 Level-2A dengan *threshold* NHISWIR > 0.5 dan NHISWNIR > 1, sedangkan tren SO<sub>2</sub> diperoleh dari Sentinel-5P menggunakan algoritma berbasis DOAS dan ambang batas > 0,5 DU. Deformasi permukaan dianalisis menggunakan metode DInSAR pada citra Sentinel-1 IW-SLC. Hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi temporal antara peningkatan konsentrasi SO<sub>2</sub> dan anomali termal. Analisis deformasi mendeteksi inflasi permukaan pada Januari dan September 2021, serta deflasi pada periode lainnya. Integrasi temporal mengidentifikasi tiga tahap aktivitas vulkanik: Stage 1 (*preparatory*), Stage 2 (*escalation*), dan Stage 3 (*paroxysmal*), yang ditandai oleh perubahan massa SO<sub>2</sub>, intensitas hotspot, dan pergeseran permukaan. Studi ini membuktikan efektivitas penginderaan jauh terintegrasi dalam menangkap prekursor vulkanik multi-parameter dan berkontribusi pada pengembangan sistem peringatan dini berbasis satelit.

**Kata Kunci:** Sentinel, anomali termal, emisi SO<sub>2</sub>, deformasi permukaan, Gunung Semeru

## ***ABSTRACT***

*Mount Semeru in East Java is one of the most active volcanoes in Indonesia, with persistent eruptions that pose risks to nearly one million residents. The limitations of ground-based monitoring instruments due to cost and accessibility constraints necessitate alternative monitoring approaches. This study aims to identify the relationship between thermal anomalies and SO<sub>2</sub> gas emission trends with volcanic activity at Mount Semeru using Sentinel-2 and Sentinel-5P data, as well as to map surface deformation patterns caused by the 2021 eruption using Sentinel-1 SAR data. The study integrates multi-sensor Sentinel satellite data to analyze thermal anomalies, SO<sub>2</sub> emissions, and surface deformation associated with the 2021 eruption. Thermal anomalies were detected using the Normalized Hotspot Index (NHI) from Sentinel-2 Level-2A with thresholds of NHISWIR > 0.5 and NHISWNIR > 1, while SO<sub>2</sub> trends were derived from Sentinel-5P using a DOAS-based algorithm and a threshold of > 0.5 DU. Surface deformation was analyzed using the DInSAR method on Sentinel-1 IW-SLC imagery. The results show a temporal correlation between increases in SO<sub>2</sub> concentration and thermal anomalies. Deformation analysis detected surface inflation in January and September 2021, followed by deflation during other periods. Temporal integration identified three stages of volcanic activity: Stage 1 (preparatory), Stage 2 (escalation), and Stage 3 (paroxysmal), characterized by changes in SO<sub>2</sub> mass, hotspot intensity, and surface displacement. This study demonstrates the effectiveness of integrated remote sensing in capturing multi-parameter volcanic precursors and contributes to the development of satellite-based early warning systems.*

**Keywords:** *Sentinel, thermal anomaly, SO<sub>2</sub> emission, surface deformation, Mount Semeru*