

## ABSTRAK

Tambang terbuka sangat rentan terhadap ketidakstabilan lereng akibat kondisi geologi yang kompleks, desain lereng yang curam, serta pendalaman penggalian yang berlangsung secara progresif. Penelitian ini berfokus pada analisis mekanisme keruntuhan lereng pada sebuah tambang emas di Jawa Timur, wilayah yang dicirikan oleh massa batuan yang sangat terfraktur, lapisan terlapukkan, serta dinding tambang dengan kemiringan hingga  $75^\circ$ . Studi ini mengintegrasikan pemantauan berbasis radar dengan sistem klasifikasi geoteknik yang telah mapan—*Rock Mass Rating* (RMR), *Geological Strength Index* (GSI), *Slope Mass Rating* (SMR) dan Analisis Kinematik, untuk menginterpretasikan tren deformasi dan mengklasifikasikan tipe keruntuhan, seperti keruntuhan planar, baji, dan guling (toppling). Pemantauan secara real-time dilakukan menggunakan *Ground-Based Interferometric Synthetic Aperture Radar* (GB-InSAR), khususnya sistem InSAR, untuk mendeteksi perubahan pola deformasi dan kecepatan yang mengindikasikan ketidakstabilan lereng. Pola deformasi, termasuk tren linier, regresif, dan progresif, dievaluasi bersama parameter empiris massa batuan guna memperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai proses keruntuhan. Selain itu, analisis pola deformasi diterapkan untuk memperkirakan potensi kegagalan, sehingga meningkatkan efektivitas sistem peringatan dini. Hasil penelitian ini membangun suatu kerangka kerja praktis yang menghubungkan penilaian kualitas massa batuan dengan data pola deformasi hasil radar, serta menawarkan strategi yang aplikatif untuk pengurangan risiko dan peningkatan keselamatan operasional. Dengan mengkarakterisasi sifat dan perkembangan keruntuhan lereng, kegiatan pertambangan dapat mengantisipasi kondisi berbahaya secara lebih efektif dan menerapkan intervensi geoteknik secara proaktif.

Kata kunci: *Geotechnical Engineering, Slope Stability, Kualitas Massa Batuan, GB-InSAR, Radar Monitoring.*

## **ABSTRACT**

Open-pit mining operations are highly susceptible to slope instability due to complex geological conditions, steep slope designs, and progressively increasing excavation depths. This study focuses on the analysis of slope failure mechanisms at a gold mine in East Java, an area characterized by highly fractured rock masses, weathered layers, and pit walls with inclinations of up to  $75^\circ$ . The research integrates radar-based monitoring with established geotechnical classification systems—Rock Mass Rating (RMR), Geological Strength Index (GSI), Slope Mass Rating (SMR), and kinematic analysis—to interpret deformation trends and classify failure types such as planar, wedge, and toppling failures. Real-time monitoring is conducted using Ground-Based Interferometric Synthetic Aperture Radar (GB-InSAR), specifically the InSAR system, to detect changes in deformation patterns and velocities indicative of slope instability. Deformation patterns, including linear, regressive, and progressive trends, are evaluated in conjunction with empirical rock mass parameters to gain a deeper understanding of failure processes. Furthermore, deformation pattern analysis is applied to estimate potential failure, thereby enhancing the effectiveness of early warning systems. The results establish a practical framework that links rock mass quality assessments with radar-derived deformation pattern data, offering applicable strategies for risk reduction and improved operational safety. By characterizing the nature and progression of slope failures, mining operations can more effectively anticipate hazardous conditions and implement proactive geotechnical interventions.

*Keyword: Geotechnical Engineering, Slope Stability, Rock Mass Classification, GB-Insar, Radar Monitoring.*