

SARI

Kejadian longsor pada tambang terbuka dapat menimbulkan risiko keselamatan dan dampak operasional yang serius. Salah satu penyebab longsor berkaitan dengan perubahan muka air tanah. Studi ini menyelidiki pengaruh elevasi muka air tanah terhadap kestabilan lereng di Tambang Batubara Pit "X" Muara Tiga Besar, Kecamatan Merapi Timur, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Lokasi penelitian tersusun oleh Formasi Air Benakat dan Formasi Muara Enim. Litologi yang dijumpai meliputi batulempung, batulanau, batupasir, dan batubara. Muka air tanah dipantau pada tiga piezometer dan diintegrasikan dengan data geoteknik yang diperoleh dari kegiatan pemboran, pengujian laboratorium, dan uji permeabilitas insitu. Sebanyak 117 contoh inti bor dianalisis di laboratorium milik perusahaan untuk menentukan parameter geoteknik dan hidrogeologi yang digunakan dalam analisis rembesan dan kestabilan lereng. Parameter geoteknik meliputi kohesi (kPa), sudut gesek dalam ($^{\circ}$), dan berat isi (kN/m^3), sedangkan parameter hidrogeologi terdiri atas konduktivitas hidraulik (m/detik), kadar air (%), dan porositas (%). Analisis numerik dilakukan menggunakan GeoStudio 2024 dengan mengombinasikan pemodelan rembesan (SEEP/W) dan analisis kestabilan lereng (SLOPE/W) menggunakan metode Morgenstern-Price serta simulasi Monte Carlo. Aliran air tanah di lokasi penelitian mengarah dari barat daya ke timur laut, dengan mengarah ke dasar tambang. Sistem akuifer di lokasi penelitian adalah akuifer tertekan. Lapisan batupasir dan batulanau berpotensi menjadi akuifer, dengan kehadiran *hydraulic barrier* berupa batulempung dan batupasir masif. Hasil analisis menunjukkan bahwa lereng pada Lowwall Pit "X" pada awalnya tidak stabil, dengan faktor keamanan (FK) 1,151 dan probabilitas longsor 0,94% di penampang A-A' dan FK 1,242 dan probabilitas longsor 0% di penampang B-B'. Namun, penurunan muka air tanah sebesar 25 meter di penampang A-A' meningkatkan FK menjadi 1,337 dan menurunkan probabilitas kegagalan menjadi 0%. Pada penampang B-B' penurunan muka air tanah sebesar 15 meter meningkatkan nilai FK menjadi 1,322 dengan probabilitas longsor 0%. Hal ini menunjukkan pengaruh perubahan elevasi muka air tanah dalam meningkatkan kestabilan lereng tambang terbuka. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan membuat pemodelan aliran air tanah yang lebih detail menggunakan perangkat lunak pemodelan hidrogeologi 3D.

Kata Kunci: Kestabilan Lereng Tambang Batubara, Analisis Rembesan, Muka Air Tanah, Muara Tiga Besar, Simulasi Monte Carlo

ABSTRACT

Slope failures in open-pit mining can pose significant safety hazards and operational disruptions. One of the key factors contributing to such failures is the fluctuation of groundwater levels. This study investigates the influence of groundwater level variations on slope stability in the Pit "X" Open Pit Mine, Muara Tiga Besar, Merapi Timur District, Lahat Regency, South Sumatera Province. The study area is underlain by the Air Benakat Formation and the Muara Enim Formation, comprising claystone, siltstone, sandstone, and coal. Groundwater levels were monitored using three piezometers and integrated with geotechnical data obtained from drilling activities, laboratory testing, and in-situ permeability measurements. A total of 117 core samples were analyzed in the company's laboratory to determine geotechnical and hydrogeological parameters for seepage and slope-stability analyses. The geotechnical parameters include cohesion (kPa), internal friction angle ($^{\circ}$), and unit weight (kN/m^3), while the hydrogeological parameters consist of hydraulic conductivity (m/s), moisture content (%), and porosity (%). Numerical modeling was performed using GeoStudio 2024 by combining seepage simulations (SEEP/W) and slope-stability analyses (SLOPE/W) employing the Morgenstern–Price method and Monte Carlo probabilistic simulations. Groundwater flow in the study area is oriented from southwest to northeast, discharging toward the pit floor. The groundwater system is classified as a confined aquifer, in which sandstone and siltstone layers act as potential aquifers, while claystone and massive sandstone function as hydraulic barriers. The results indicate that the lowwall slope of Pit "X" was initially unstable, with a factor of safety (FoS) of 1.151 and a failure probability of 0.94% for Section A–A', and an FoS of 1.242 with a 0% failure probability for Section B–B'. A groundwater drawdown of 25 meters at Section A–A' increased the FoS to 1.337 and reduced the probability of failure to 0%. At Section B–B', a 15-meter drawdown improved the FoS to 1.322, also resulting in a 0% failure probability. These findings demonstrate the significant role of groundwater-level control in enhancing the stability of open-pit mine slopes. Further studies are recommended to develop a more detailed groundwater flow model using three-dimensional hydrogeological modeling software.

Keywords: *Open Pit Slope Stability, Seepage Analysis, Groundwater Level, Muara Tiga Besar, Monte Carlo Simulation.*