

Pembangunan terowongan di wilayah tropis menghadapi tantangan geoteknik yang kompleks akibat pelapukan batuan yang intensif dan variabilitas litologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi stabilitas dan sistem penyangga pada Terowongan Pengelak Bendungan Jatinegara dengan mengintegrasikan data bor tahun 2017 dan 2024. Metode yang digunakan meliputi pemetaan geologi teknik permukaan, evaluasi kualitas massa batuan menggunakan klasifikasi empiris *Rock Mass Rating* (RMR) dan *Q-System*, serta analisis kestabilan menggunakan pemodelan numerik dua dimensi berbasis metode elemen hingga (*Finite Element Method/FEM*) dengan perangkat lunak RS2 dalam kondisi beban statis dan pseudo-statis (gempa). Hasil penyelidikan menunjukkan bahwa trase terowongan menembus satuan litologi Breksi Andesit dengan kualitas massa batuan buruk (RMR 20–40) dan Perselingan Batupasir-Batulanau Karbonatan dengan kualitas massa batuan sedang (RMR 42–52). Kondisi hidrogeologi menunjukkan muka air tanah dangkal (1–25 m) yang berada di atas elevasi terowongan, menyebabkan kondisi batuan jenuh air. Analisis numerik mengungkapkan bahwa zona breksi andesit (Zona 1, 3, dan 5) memiliki kerentanan tinggi terhadap deformasi dan penurunan faktor keamanan (*Strength Factor*) yang signifikan saat menerima beban gempa, sedangkan zona batuan sedimen (Zona 2 dan 4) menunjukkan perilaku yang lebih kaku (*stiffer*) dan stabil. Berdasarkan hasil tersebut, penelitian ini merekomendasikan penerapan strategi desain hibrida untuk optimasi konstruksi. Pada zona dengan kualitas batuan buruk, disarankan menggunakan sistem penyangga konservatif berbasis RMR untuk menjamin keamanan maksimal. Sebaliknya, pada zona dengan kualitas batuan sedang, direkomendasikan penggunaan sistem penyangga berbasis Q-System yang lebih efisien untuk efisiensi biaya tanpa mengurangi aspek keselamatan.

*Kata kunci: terowongan pengelak, RMR, Q-System, metode elemen hingga, sistem penyangga*

*Tunnel construction in tropical regions faces complex geotechnical challenges due to intensive rock weathering and lithological variability. This study aims to evaluate the stability and support system of the Jatinegara Dam Diversion Tunnel by integrating borehole data from 2017 and 2024. The methods employed include engineering geological surface mapping, rock mass quality evaluation using empirical classifications Rock Mass Rating (RMR) and Q-System, and stability analysis using two-dimensional numerical modeling based on the Finite Element Method (FEM) with RS2 software under static and pseudo-static (seismic) load conditions. The investigation results indicate that the tunnel alignment penetrates the Steep Volcanic Mountain unit composed of Andesite Breccia with poor rock mass quality (RMR 20–40) and Interbedded Carbonate Sandstone-Siltstone with fair rock mass quality (RMR 42–52). Hydrogeological conditions reveal a shallow groundwater table (1–25 m) located above the tunnel elevation, resulting in saturated rock conditions. Numerical analysis reveals that the andesite breccia zone (Zones 1, 3, and 5) has high susceptibility to deformation and significant reduction in the Strength Factor when subjected to seismic loads, whereas the sedimentary rock zone (Zones 2 and 4) exhibits stiffer and more stable behavior. Based on these results, this study recommends the application of a hybrid design strategy for construction optimization. In zones with poor rock quality, a conservative support system based on RMR is suggested to ensure maximum safety. Conversely, in zones with fair rock quality, the use of a more efficient Q-System-based support system is recommended for cost efficiency without compromising safety aspects.*

*Keywords: diversion tunnel, RMR, Q-System, finite element method, support system*