

INTISARI

Konstruksi terowongan di lingkungan geologi yang kompleks yang melintasi zona sesar dan lapisan lemah menjadi permasalahan dalam stabilitas terowongan. Penelitian ini difokuskan pada karakterisasi batuan dan pemodelan numeris tiga dimensi metode elemen hingga untuk mengevaluasi stabilitas terowongan pengelak pada Bendungan Bener di Purworejo Jawa Tengah. Deformasi, distribusi tegangan dan *strength factor* pada batuan di sekitar terowongan akan menjadi bahasan utama dalam penelitian ini untuk mengetahui apakah sistem penyangga pada desain rencana mampu menghadapi kondisi geologi tersebut. Survey geologi, uji laboratorium point load test dan uji sifat teknik batuan telah dilakukan. Batuan di lokasi ini didominasi oleh breksi andesit dengan nilai GSI berkisar 33 sampai 68. Tingkat pelapukan termasuk sedang sampai tinggi. Bidang sesar ditemukan dengan orientasi sesar $N305^{\circ}E/87^{\circ}$. Hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan adanya zona sesar, terjadi redistribusi *displacement* yang terkonsentrasi pada area di sekitar sesar. Nilai *total displacement* maksimum pada kondisi statik dan dinamik tanpa sesar adalah 0.0084 m dan 0.0094 m. Kemudian dengan adanya sesar baik itu kondisi statik dan dinamik naik menjadi 0.01165 m dan 0.0128 m. Selain itu ketika penggalian terowongan, terdapat kenaikan tegangan pada massa batuan di sekitar terowongan dengan kenaikan tegangan tersebar terjadi pada kondisi dengan sesar. Berdasarkan analisis kondisi elastis, terjadi penurunan *strength factor* setelah dilakukan penggalian. Distribusi nilai *strength factor* yang paling kecil terjadi pada model dengan sesar, tepatnya pada titik tinjauan *fault plane* dengan nilai *strength factor* 0.71 pada kondisi statik dan 0.7036 pada kondisi dinamik. Nilai tersebut adalah kurang dari 1 yang menandakan bahwa terowongan tersebut kurang stabil.

Kata Kunci: stabilitas terowongan; zona sesar; GSI; simulasi numerik 3D; *strength factor*; sistem penyangga terowongan

ABSTRACT

Tunnel construction in a complex geological environment such as fault zones and discontinuity become a problem in tunnel stability. This research focused on rock mass characterization and 3D numerical modeling of the finite element method to evaluate the diversion tunnel stability at the Bener Dam in Purworejo, Central Java. Rock deformation, stress distribution, and strength factor around the tunnel are the main discussion in this study to know whether the supporting system of the design plan can overcome this geological condition. Geological surveys, point load tests, and rock engineering properties tests were then carried out, showing the rock in the location is dominated by andesite breccias with GSI values ranging from 33-68 and moderate-high weathering levels. The fault plane found in the study area has a $N305^{\circ}E/87^{\circ}$ orientation. The simulation results show a redistribution of displacement in the area around the fault in the presence of a fault zone. The maximum total displacement values under static and dynamic conditions without fault are 0.0084 m and 0.0094 m. Then, with the presence of faults, both static and dynamic conditions rise to 0.01165 m and 0.0128 m. In addition, during tunnel excavation, there is an increase in stress in the rock mass around the tunnel. The most significant increase in stress occurs in conditions with faults. Based on the analysis of elastic conditions, there is a decrease in the strength factor after excavation. The smallest strength factor values distribution occurs in models with faults, precisely at the fault plane review point with a strength factor value of 0.71 under static conditions and 0.7036 under dynamic conditions. This value is less than one, which indicates that the tunnel is less stable.

Keywords: tunnel stability; fault zone; GSI; 3D numerical simulation; strength factor; tunnel support system