

SARI

Berlokasi di Kabupaten Takalar Provinsi Sulawesi Selatan, Bendungan Pamukkulu direncanakan menggunakan tipe terowongan sebagai bangunan pengelakan air, hal tersebut dilakukan agar air tidak mengganggu selama konstruksi bendungan berlangsung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik geologi teknik, menentukan kestabilan lereng portal terowongan serta menentukan metode penggalian dan sistem penyangga terowongan menggunakan analisis numerik.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini dimulai dari pemetaan geologi teknik, dilanjutkan dengan pengamatan batuan untuk mendapatkan nilai GSI permukaan dan bawah permukaan. Analisis kestabilan terowongan dan kestabilan lereng dilakukan dengan metode elemen hingga menggunakan *software* RS2 (Rocscience, Inc), dengan kondisi statis dan tambahan beban gempa. Input parameter yang digunakan adalah hasil uji laboratorium berupa sifat indeks dan sifat mekanik yang diambil dari sampel pengeboran inti batuan, dilengkapi dengan parameter kualitas massa batuan berdasarkan klasifikasi GSI. Kriteria keruntuhan yang digunakan untuk material tanah menggunakan *Mohr-Coulomb* dan *Generalized Hoek-Brown* untuk material batuan.

Hasil pemetaan geologi menunjukkan daerah penelitian tersusun atas dua satuan batuan, yaitu satuan lava basalt yang merupakan satuan tertua dan satuan breksi piroklastik. Hasil analisis sampel bor inti menggunakan metode GSI menunjukkan bahwa terowongan tersusun atas empat jenis material, yaitu tanah residu, lava basalt kualitas sedang, lava basalt kualitas baik, dan lava basalt kualitas sangat baik. Hasil perhitungan koefisien seismik horisontal untuk analisis kestabilan lereng adalah 0,0375 g dan 0,075 g untuk analisis kestabilan terowongan. Terdapat dua rekomendasi desain kemiringan lereng portal, pertama dengan kemiringan 63° yang diterapkan di section X dan Y1, dan yang kedua kemiringan 45° yang diterapkan di section Y2, keduanya menggunakan *bench* sepanjang 2,0 m. Metode penggalian bukaan terowongan direkomendasikan menggunakan *blasting*, penggalian seluruh muka bidang galian dengan *bench* tambahan. Sistem penyangga yang direkomendasikan berupa *rockbolt* (panjang 4,0 m, spasi 1,2 m), *shotcrete* tebal 0,15 m dan *steel rib* berupa baja H-150. Ketebalan *lining* yang disarankan 0,40 m pada atap, dinding dan 0,45 m pada *invert*.

Analisis kestabilan lereng pada setiap section menunjukkan semua masih berada diatas angka kemanan ijin yaitu, *critical SRF* > 1,3 untuk lereng sementara tanpa gempa, *critical SRF* > 1,5 untuk lereng permanen tanpa gempa dan *critical SRF* > 1,1 untuk lereng dengan beban gempa. Penggunaan sistem penyangga terowongan dengan metode JSCE direkomendasikan dalam penelitian ini dikarenakan memberi pengaruh lebih besar terhadap penurunan nilai *displacement* dibandingkan dengan penggunaan sistem penyangga dengan metode RMR.

Kata kunci : Terowongan pengelak, metode elemen hingga, Bendungan Pamukkulu

ABSTRACT

Located in the Takalar Regency of South Sulawesi Province, the Pamukkulu Dam is planned to use a tunnel type as its water diversion structure. This research aimed to determine the engineering geological condition, determine the stability of the tunnel portal slopes, tunnel excavation methods, and support system.

The methods used in this research started by doing the engineering geological mapping, followed by measuring the surface and subsurface GSI values. Tunnel and slope portal stability analysis were performed under static and earthquake loads by using the finite element method. The numerical static and pseudo-static analysis of tunnel and slope stability were carried out using RS2 software (Rocscience, Inc.) The input parameters used were laboratory test results in the forms of index properties and mechanical properties taken from rock core drilling samples, completed with the rock mass quality parameters based on the GSI classification. The Mohr-Coulomb failure criterion was used to model the strength of the soil, while the Generalized Hoek-Brown failure criterion was used to model the strength of the rocks.

The results of geological mapping showed that the research area consisted of two rock units, namely the basaltic lava unit which is the oldest unit, and the pyroclastic breccia unit. The results of rock cores analysis using the GSI method showed that the tunnel area consisted of four types of materials, namely residual soil, fair quality of basaltic lava, good quality of basaltic lava, and very good quality of basaltic lava. The calculated horizontal seismic coefficient for the pseudo-static slope stability analysis was 0.0375 g and 0.075 g used for the tunnel. There are two design recommendations for the portal slopes, the first with a slope of 63° applied to sections X and Y1, and the second with a slope of 45° applied to section Y2, both using 2.0 m bench in length. The method of excavating tunnel openings was recommended using blasting, full face method with auxiliary bench cut. The tunnel support system was also recommended using a combination of 0,15 m thick shotcrete, H-150 steel rib, and 4 m long rock bolt with 1,2 m spacing. In addition, the recommended lining thickness on the roof and walls was 0.40 m and 0.45 m on the invert.

The analysis of slope stability for each section showed that all were above the allowable safety factor value, namely a critical SRF > 1.3 for a temporary slope without seismic load, a critical SRF > 1.5 for a permanent slope without a seismic load, and a critical SRF > 1.1 for a slope with a seismic load. However, The standard tunnel support system pattern issued by JSCE were preferred to RMR support system pattern, because of the greater influence in decreasing the value of displacement.

Keywords : diversion tunnel, finite element, Pamukkulu Dam