

RINGKASAN

Terowongan Endportal merupakan *outlet* akhir dari jalur *waterway* terowongan PLTA Kerinci Merangin Hidro. Saat ini Terowongan Endportal masih dalam tahapan awal pengerjaan sehingga masih berada pada kedalaman yang dangkal yaitu ± 35 m. Selain itu formasi batuan sabak (*slate*) yang merupakan batuan metamorf berfoliasi dapat mencirikan tingkat dikontinuitas yang tinggi dari batuan. Berdasarkan penyelidikan di lapangan, massa batuan pada terowongan Endportal tergolong batuan terkekarkan dengan nilai RMR yang diambil pada tiga *face* terowongan berkisar 23-24. Berdasarkan nilai RMR kelas massa batuan di terowongan digolongkan dalam kelas IV (*poor rock*). Perhitungan properties massa batuan menghasilkan nilai kohesi yaitu 0,081 MPa, sudut geser dalam $41,98^{\circ}$. Konstruksi penyangga yang digunakan berupa *shotcrete* tebal 150 mm *rockbolt* panjang 3,5 m spasi 1,5 m, *wiremesh*, dan *steelrib*.

Pada penelitian ini dilakukan validasi pemodelan metode numerik dengan menggunakan hasil metode empirik. Dimana pada pemodelan numerik digunakan dua modulus elastis yaitu *intact rock* dan *in situ*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa hasil model numerik dengan menggunakan modulus elastis dari *intact rock* didapatkan nilai subsidens maksimum yaitu 0,22 mm sedangkan dengan metode empirik yaitu 0,97 mm selisih antara nilai ini cukup jauh yaitu 0,75 mm jika dibandingkan dengan hasil modulus elastis *in situ* yang memiliki selisih sebesar 0,07 mm. Sehingga dari kedua model numerik yang di anggap valid adalah model dengan menggunakan modulus elastis *in situ*.

Hasil pemodelan numerik menggunakan RS 2 untuk kondisi terowongan tanpa memperhitungkan faktor kegempaan yaitu kondisi terowongan tanpa penyangga nilai subsidens maksimum yang dihasilkan sebesar 0,95 mm. kemudian dengan penyangga *shotcrete*, *wiremesh* dan *rockbolt* subsidens maksimum sebesar 0,73 mm. selanjutnya dengan penyangga *shotcrete*, *wiremesh*, *rockbolt* dan *h-beam* subsidens maksimum sebesar 0,67 mm. Sedangkan pada kondisi terowongan dengan memperhitungkan faktor kegempaan yaitu kondisi terowongan tanpa penyangga nilai subsidens maksimum yang dihasilkan sebesar 60,58 mm. kemudian dengan penyangga *shotcrete*, *wiremesh* dan *rockbolt* subsidens maksimum sebesar 57,13 mm. selanjutnya dengan penyangga *shotcrete*, *wiremesh*, *rockbolt* dan *h-beam* subsidens maksimum sebesar 47,83 mm. Batas subsidens maksimum menurut SNI 8460:2017 sebesar < 50 mm maka yang memenuhi kriteria adalah kondisi terowongan dengan penyangga *shotcrete*, *wiremesh*, *rockbolt* dan *H-Beam*. Selanjutnya hasil penelitian menunjukkan hubungan yang linear antara perpindahan di atap terowongan dengan subsidens dimana semakin bertambah perpindahan di atap terowongan maka nilai subsidens juga akan bertambah. Hubungan perpindahan pada atap terowongan dengan subsidens dapat digambarkan dengan persamaan $y = 1,2265x - 1,2519$ dengan nilai koefisien determinasi atau R^2 yaitu 0,98. Dimana y = subsidens dan x = perpindahan di atap terowongan.

ABSTRACT

Endportal Tunnel is the final outlet of waterway tunnel in Kerinci Merangin Hidro Power Plant. Currently the Endportal Tunnel is still in the early stages of construction so it is still at a shallow depth of ± 30 m. In addition, the formation of slate which is a foliated metamorphic rock can characterize a high degree of continuity of the rock. Based on the field investigations, the rock mass in Endportal tunnel is classified as jointed rock with the RMR value from the observation in three face tunnel taking ranges from 23-24. Based on the RMR value, the rock mass class in the tunnel is classified into class IV (poor rock). The calculation of rock mass properties resulted in a cohesion value of 0,081 MPa, and the friction angle was $41,98^{\circ}$. The supporting construction is using shotcrete with a thickness of 150 mm rockbolt with a length of 3.5 m, spaced 1.5 m, wiremesh, and steelrib.

In this study, the validation of numerical modeling methods was carried out using the results of the empirical method. Where in numerical modeling used two elastic modulus that is intact rock and in situ. The results of the calculation show that the results of the numerical model using the elastic modulus of intact rock obtained the maximum subsidence value of 0.22 mm, while with the empirical method, the difference between these values is quite far, that is 0.75 mm when compared with the results of the elastic modulus in situ. which has a difference of 0.07 mm. So that from two numerical models that are considered valid are models using the in-situ elastic modulus.

The results of numerical modeling using RS 2 for tunnel conditions without seismic factor taking into account, for tunnels without supporting, the maximum subsidence is 0.95 mm. Then with shotcrete, wiremesh and rockbolt support, the maximum subsidence is 0.73 mm. Furthermore, with shotcrete, wiremesh, rockbolt and h-beam support a maximum subsidence is 0.67 mm. Meanwhile, the tunnel condition with using seismic factor in to account, for unsupported tunnel subsidence maximum is 60.58 mm. then with using shotcrete, wiremesh and rockbolt as support the maximum subsidence is 57.13 mm. Furthermore, with the support of shotcrete, wiremesh, rockbolt and h-beam the maximum subsidence is 47.83 mm. The maximum subsidence limit according to SNI 8460: 2017 is <50 mm, So, tunnel condition with shotcrete, wiremesh, rockbolt and H-beam supports is allowed in this research. Furthermore, the results showed a linear relationship between displacement on the roof and subsidence where the increasing displacement on the tunnel roof, the subsidence value will also increase. The relationship of displacement on the tunnel roof with subsidence can be described by the equation $y = 0,13782x - 2,3191$ with the coefficient of determination or $R^2 = 0,99$. Where y = subsidence and x = displacement on tunnel roof.