

RINGKASAN

Terowongan Cisumdawu merupakan terowongan dangkal dengan tinggi tanah penutup maksimal yaitu 57 m, terowongan berada pada batuan lemah dengan kuat tekan tidak lebih dari 1 MPa, berada dekat dengan muka air tanah dan secara umum terdiri dari jenis batuan *Silty clay*, *Clayey Silt* dan *Sandy Clay*. Kondisi ini menimbulkan banyak ketidakpastian, salah satunya adalah ketidakpastian sifat mekanik batuan. Metode pemodelan numerik yang digunakan dalam menganalisis pengaruh ketidakpastian sifat mekanik batuan terhadap sistem penyangga terowongan adalah metode elemen hingga dengan bantuan *software* RS2 2019 (*Rocscience*), sedangkan untuk menentukan keandalan dan probabilitas kegagalan sistem penyangga digunakan metode Reliabilitas.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa ketidakpastian yang diwakili dengan nilai kovarian (COV), memberikan nilai deformasi terowongan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan analisis tanpa mempertimbangkan ketidakpastian, hal ini berarti bahwa memperhitungkan ketidakpastian dalam desain sistem penyangga terowongan, memberikan hasil yang lebih realistis tentang tingkat keamanan desain penyangga. Hasil selanjutnya adalah besar atau kecilnya pengaruh ketidakpastian sangat dipengaruhi oleh jenis tegangan awal sebelum penggalian terowongan dilakukan. Jika variasi tegangan akibat variasi kedalaman atau *field stress gravity* merupakan jenis tegangan awal, maka menghasilkan nilai deformasi kritis dengan peningkatan deformasi mencapai 170%, namun jika tegangan awal sebelum penggalian merupakan tegangan konstan, dimana tidak dipengaruhi oleh variasi kedalaman atau disebut *field stress constant*, maka ketidakpastian memberikan peningkatan deformasi mencapai 50%. Berdasarkan parameter sifat mekanik batuan, kohesi dan modulus merupakan parameter yang paling berpengaruh terhadap deformasi jika jenis tegangan insitu adalah *field stress constant*. Namun jika jenis tegangan insitu adalah *field stress gravity*, maka parameter sifat mekanik yang paling berpengaruh adalah sudut gesek dalam.

Berdasarkan nilai indek reliabilitas (IR) dari hasil analisis balik, sistem penyangga sementara Terowongan Cisumdawu tidak terlalu andal dalam mengatasi ketidakpastian sifat massa batuan, ini ditandai dengan nilai IR penyangga sementara Cisumdawu hanya berkisar 0,85 – 2,13. Untuk meningkatkan nilai IR pada Terowongan Cisumdawu, maka penyangga permanen dengan menggunakan beton setebal 50 cm dapat meningkatkan nilai IR menjadi 3,37 hingga 7,76. Nilai tersebut sudah tergolong tinggi berdasarkan Standart Geoteknik Eropa EUROCODE yaitu indeks reliabilitas lebih dari > 3,3.

ABSTRACT

Cisumdawu Tunnel is one of the case of shallow tunnels with a maximum over burden depth of 57 m, located in weak rock with compressive strength less than 1 MPa, generally consisting of Silty clay, Clayey Silt and Sandy Clay materials. The finite element method with RS2 software (Rocscience) is used to analyze the effect of the uncertainty of the mechanical properties of rocks on the tunnel support system, while the Reliability method is used to determine the reliability and probability of a support system failure.

Based on the results of the study, it was found that uncertainty represented by covariance value (COV), provides a higher tunnel deformation value compared to analysis without considering uncertainty, this means that it takes into account uncertainties in the design of tunnel support systems, giving more realistic results about the level of safety support design. The next result is the large or small effect of uncertainty strongly influenced by the type of initial stress prior to tunnel excavation. If in-situ stress field which varies linearly with depth or what is called gravity field stress is the type of initial stress, it produces a critical deformation value with an increase in deformation reaching 170%, but if in-situ stress field which does not vary with depth or referred to as a constant field stress, then uncertainty gives an increase in deformation reaching 50%. Based on the parameters of rock mechanical properties, cohesion and modulus are the most influential parameters for deformation if the type of in situ stress is a constant field stress. But if in situ stress type is field stress gravity, the most influential mechanical properties is friction angle.

Based on the index value of reliability (IR) of the back analysis result, the temporary support system of the Cisumdawu Tunnel is not too reliable in overcoming the uncertainty of rock mass properties, the temporary support system IR value of Cisumdawu only ranges from 0.85 - 2.13. To increase the value of IR, permanent support using 50 cm thick concrete can increase the IR value to 3.37 to 7.76. This value is classified as high based on EUROCODE European Geotechnical Standards, which is more than > 3.3 .