

## SARI

Terowongan Cisumdawu terletak pada Ruas Jalan Tol Cileunyi – Sumedang – Dawuan (Cisumdawu) Seksi II (Rancakalong – Sumedang) fase II STA. 12+628 – STA. 13+100. Lokasi penelitian berada pada Ruas Jalan Tol Cileunyi – Sumedang – Dawuan (Cisumdawu) Seksi II (Rancakalong – Sumedang) sepanjang 472 meter, pada daerah Pamulihan, Kecamatan Rancakalong, Kabupaten Sumedang, Provinsi Jawa Barat, dengan koordinat 06°52'13,03" LS dan 107°49'53,31" BT pada daerah inlet serta 06°51'59,40" LS dan 107°50'0,24" BT pada daerah outlet. Bentuk penampang terowongan berupa tapal kuda (*horse shoe*) dengan lebar 14,413 meter dan tinggi 11,083 meter. Penelitian bertujuan untuk menentukan tingkat deformasi pada terowongan serta rencana mitigasi yang dapat dilakukan, pengaruh metode penggalian di terowongan kembar, jarak efektif antar dua terowongan, dan kestabilan terowongan terhadap pengaruh seismisitas.

Metode penelitian yang dilakukan antara lain melakukan pemetaan geologi lapangan, face map, pengujian laboratorium terkait hasil sifat indeks, batas atterberg, ukuran butir, serta penamaan klasifikasi tanah menggunakan sistem USCS berdasar klasifikasi ASTM 2487 (2000), analisis deformasi menggunakan *software RS2 (Rocscience, Inc)* dengan membandingkan nilai *displacement* pada kondisi pemodelan dengan kondisi hasil pengukuran di lapangan dan standar maksimum deformasi yang diijinkan menurut JSCE (2007), analisis kestabilan terowongan yang berdekatan dengan membandingkan empat variasi jarak antar terowongan serta pengaruh penggalian terowongan sisi "R" terhadap kestabilan terowongan sisi "L", analisis numerik pengaruh beban gempa pada kestabilan terowongan serta analisis resiko dan mitigasi pada konstruksi terowongan.

Dari hasil pemetaan geologi dan pengolahan laboratorium, daerah penelitian memiliki dua satuan batuan, yaitu satuan breksi tuf dan breksi andesit. Kedua satuan batuan tersebut telah lapuk tinggi. Pada bagian permukaan, terdapat tiga jenis tanah yaitu *clayey sand*, *sandy elastic silt*, dan *sandy silt*. Pada bagian bawah permukaan, terdapat dua jenis tanah yaitu *sandy elastic silt* dan *sandy silt*. Pada Terowongan Cisumdawu tidak ditemukan adanya struktur geologi. Dalam analisis jarak efektif antar terowongan didapatkan pada jarak 1,5D, besaran *roof displacement* adalah 10,50 – 12,00 cm, besaran *side displacement* adalah 11,81 – 15,00 cm, dan besaran *invert displacement* adalah 11,56 – 13,60 cm, pada jarak 2D, besaran *roof displacement* adalah 7,5 – 9,7 cm, besaran *side displacement* adalah 3,75 – 10,50 cm, dan besaran *invert displacement* adalah 10,36 – 13,50 cm, pada jarak 2,5D, besaran *roof displacement* adalah 6,43 – 9 cm, besaran *side displacement* adalah 3,21 – 11,25 cm, dan besaran *invert displacement* adalah 9,64 – 13,50 cm dan pada jarak 3D, besaran *roof displacement* adalah 5,82 – 9 cm, besaran *side displacement* adalah 2,50 – 9,75 cm, dan besaran *invert displacement* adalah 8,75 – 13,50 cm. Hasil analisis pengaruh galian terowongan sisi "R" terhadap kestabilan terowongan sisi "L" adalah pada tahapan selesainya penggalian terowongan sisi "L", besaran nilai *roof displacement* adalah 6,50 – 9 cm, dan *side displacement* adalah 2,60 – 9,00 cm sedangkan pada tahapan selesainya penggalian terowongan sisi "R", besaran nilai *roof displacement* adalah 3,75 – 9,7 cm dan *side displacement* adalah 10,36 – 13,50 cm. Dari hasil pengaruh variasi nilai parameter dan jarak terhadap deformasi didapatkan bahwa hal yang paling mempengaruhi besaran deformasi adalah variasi jarak. Hasil analisis numerik pengaruh beban gempa pada kestabilan terowongan menggunakan metode pseudostatik deterministik dengan menggunakan persamaan Campbell – Bozorgnia (2014) dimana nilai percepatan gempa adalah 0,48g didapatkan faktor keamanan terowongan sebelum gempa 1,7 – 1,97 sedangkan faktor keamanan terowongan setelah gempa 1,1 – 1,106. Dari hasil analisis disimpulkan bahwa Terowongan Cisumdawu masuk dalam kategori aman (SNI 8460 – 2017). Berdasarkan hasil analisis nilai *maximum shear strain* saat kondisi gempa yang bernilai lebih dari  $10^{-2}$ , menunjukkan bahwa Terowongan Cisumdawu saat kondisi gempa beresiko untuk terjadi longsor, penurunan tanah dan likuifaksi (Nakamura, 1997). Selain itu, dari hasil analisa terhadap radius zona plastis menguatkan analisa ini, dimana pada saat terjadi gempa, radius zona plastis pada Terowongan Cisumdawu meluas yang merupakan indikasi resiko. Dari hasil analisis terhadap resiko dan mitigasi didapatkan resiko pada konstruksi terowongan antara lain runtuhnya atap terowongan, naiknya lantai terowongan dan pengaruh gempa pada kestabilan terowongan. mitigasi yang dapat dilakukan adalah penggunaan *steel pipe grouting* dan monitoring terhadap nilai *displacement* penggunaan *support system* serta *rockbolt* dan perlunya pembuatan drainase yang baik untuk mengontrol air tanah, evaluasi terhadap kestabilan lereng serta desain mitigasi terhadap keselamatan terowongan, penggunaan *reinforced concrete* sebagai penyangga kedua dengan variasi jarak 3 -5 meter, penyuntikan semen (*grouting*) pada batuan untuk meningkatkan nilai kekuatan dari batuan, serta diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui mekanisme dan perhitungan terhadap seismik itu sendiri.

Kata Kunci : Terowongan, Cisumdawu, Kestabilan, PGA, Mitigasi, Jarak, *Displacement*.

Pembimbing : I Gde Budi Indrawan, ST., M.Eng., Ph.D & Prof. Ir. Dwikorita Karnawati, M.Sc.

## ABSTRACT

The Cisumdawu Tunnel is located on the Cileunyi - Sumedang - Dawuan Toll Road Section (Cisumdawu) Phase II (Rancakalong - Sumedang) Phase II STA. 12 + 628 - STA. 13 + 100. The research location is on the Cileunyi - Sumedang - Dawuan (Cisumdawu) Toll Road Section II (Rancakalong - Sumedang) along 472 meters, in the Pamulihan area, Rancakalong District, Sumedang Regency, West Java Province, with coordinates 06 ° 52'13.03 " LS and 107 ° 49'53.31 "BT in the inlet area and 06 ° 51'59.40" LS and 107 ° 50'0.24 "BT in the outlet area. The cross section of the tunnel is a horse shoe with a width of 14.413 meters and a height of 11.083 meters. The aim of the study was to determine the level of deformation in the tunnel as well as mitigation plans that can be carried out, the effect of the excavation method in the twin tunnels, the effective distance between the two tunnels, and the stability of the tunnel to the effects of seismicity.

The research methods carried out included field geological mapping, face map, laboratory testing related to the results of index properties, atterberg limits, grain size, and soil classification naming using the USCS system based on ASTM 2487 (2000) classification, deformation analysis using RS2 software (Roesscience, Inc) by comparing displacement values to modeling conditions with the conditions of measurement results in the field and the maximum permissible standard deformation according to JSCE (2007), analyzing the stability of adjacent tunnels by comparing four variations in distance between tunnels and the effect of excavation method the "R" side tunnel side "L", numerical analysis of the effect of earthquake load on tunnel stability and risk analysis and mitigation in tunnel construction.

From the results of geological mapping and laboratory processing, the study area has two rock units, namely tuff breccia units and andecite breccias. The two rock units have been decayed high. On the surface, there are five types of soil, namely clayey sand, sandy elastic silt, and sandy silt. At the bottom of the surface, there are two types of soil, namely sandy elastic silt and sandy silt. In the Cisumdawu Tunnel no geological structure was found. In the analysis of the effective distance between tunnels obtained at a distance of 1.5D, the maximum of the roof displacement is 10.50 - 12.00 cm, the maximum of the side displacement is 11.81 - 15.00 cm, and the amount of invert displacement is 11.56 - 13, 60 cm, at 2D distance, the maximum amount of the roof displacement is 7.5 - 9,7 cm, the maximum amount of the side displacement is 3.75 - 9,7 cm, and the invert displacement maximum amount is 10.36 - 13.50 cm, at a distance of 2.5D, the maximum amount of the roof displacement is 6.43 - 9 cm, the maximum amount of the side displacement is 3.21 - 11.25 cm, and the amount of invert displacement is 9.64 - 13.50 cm and at the 3D distance, the maximum amount of the roof displacement is 5.82 - 9 cm, the maximum amount of the side displacement is 2.50 - 9.75 cm, and the maximum amount of invert displacement is 8.75 - 13.50 cm. The results of the analysis of the influence of the "R" tunnel on the stability of the "L" side tunnel are at the completion stage of the "L" side excavation, the value of the roof displacement is 6.50 - 9 cm, and the side displacement is 2.60 - 9.00 cm while at the completion stage of excavating the "R" side tunnel, the value of the roof displacement is 3,75 - 9,7 cm and the side displacement is 10,36 - 13,50 cm. From the results of the influence of variations in parameter values and distance to deformation, it was found that the thing that most affected the deformation amount was the distance variation. The numerical analysis of the effect of earthquake load on tunnel stability using deterministic pseudostatic method using the Campbell-Bozorgnia equation (2014) where the earthquake acceleration value is 0.48g obtained by the tunnel safety factor before earthquake 1.7 - 1.97 while the tunnel safety factor after earthquake 1, 1 - 1,106. From the results of the analysis it was concluded that the Cisumdawu Tunnel into the category of SAFE (SNI 8460 - 2017). Based on the results of the analysis of the maximum shear strain when earthquake conditions with a value of more than  $10^{-2}$ , indicate that the Cisumdawu Tunnel when earthquake conditions are at risk for landslides, land subsidence and liquefaction (Nakamura, 1997). In addition, from the analysis of the plastic zone radius to strengthen this analysis, where during an earthquake, the plastic zone radius in the Cisumdawu Tunnel extends which is an indication of risk. From the results of the risk and mitigation analysis, the risks involved in tunnel construction include the collapse of the roof of the tunnel, the rise of the tunnel floor and the effect of the earthquake on the stability of the tunnel. Mitigation that can be done is using steel pipe grouting and monitoring the displacement values using the support system and rockbolt and the need for good drainage to control groundwater, evaluation of slope stability and mitigation design for tunnel safety, use of reinforced concrete as a second buffer with a variation of distance 3 -5 meters, injection of cement (grouting) on rocks to increase the strength value of rocks, and piper needed further research to determine the mechanism and calculation of seismic itself.

Keyword : Tunnel, Cisumdawu, Stability, PGA, Mitigation, Distance, Displacement.

Advisor and co-advisor : I Gde Budi Indrawan, ST., M.Eng., Ph.D & Prof. Ir. Dwikorita Karnawati, M.Sc.