

RINGKASAN

Terowongan Cisumdawu merupakan terowongan ganda dengan panjang sekitar 472 m pada masing-masing lintasan, dibangun pada kondisi massa batuan sangat lemah dengan kuat tekan rata-rata kurang dari 1 MPa. Penampang terowongan berbentuk tapal kuda (*horseshoe*) dengan diameter 14,4 m dan tinggi 11,1 m. Ketebalan lapisan tanah penutup di atas lintasan terowongan antara 14 m hingga 52,8 m. Letak terowongan berada di bawah muka airtanah dan sebelum kegiatan penggalian terowongan telah dilakukan proses penurunan muka airtanah (*dewatering*). Konstruksi terowongan menggunakan metode penggalian *three bench seven steps*. Penggalian terowongan rentan terhadap kondisi ketidakstabilan yang ditimbulkan akibat perubahan tegangan selama konstruksi terowongan. Oleh karena itu, pemilihan metode penggalian diperlukan untuk desain kriteria dengan mempertimbangkan panjang penggalian maksimal terhadap muka penggalian sehingga dapat mencegah keruntuhan saat konstruksi terowongan. Tahapan penggalian dan estimasi input parameter desain berpengaruh terhadap hasil respon akibat penerowongan. Analisis deformasi secara longitudinal diperlukan untuk mempertimbangkan pengaruh panjang penggalian dan pemasangan penyangga sementara terhadap deformasi yang terjadi di depan dan di belakang muka penggalian.

Metode analisis menggunakan permodelan numerik tiga dimensi dengan metode elemen hingga digunakan untuk mengakomodir respon deformasi dan analisis stabilitas secara longitudinal saat penggalian terowongan. Permodelan numerik dilakukan menggunakan bantuan *software Rocscience RS3 18325-002*, lisensi oleh Departemen Teknik Sipil Universitas Gajah Mada (UGM), Yogyakarta. Selanjutnya, dilakukan analisis menggunakan metode observasi menggunakan data monitoring. Metode ini digunakan sebagai validasi data dalam analisis kestabilan terowongan sehingga dapat meningkatkan keakuratan estimasi nilai parameter mekanik pada massa batuan sebagai input desain.

Kestabilan terowongan dinilai dari perpindahan kritis yang dihasilkan dari level bahaya (*hazard warning level*) yaitu sekitar 14 cm dan Surat Keputusan Kementerian PUPR No. 30/SE/M/2015 sebesar 10 cm. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh pada konstruksi terowongan Cisumdawu, metode penggalian *three bench seven steps* memberikan respon deformasi terowongan bersifat stabil dalam jangka pendek (*stable in short term*) sedangkan respon deformasi dengan metode *full face* dan *bench method* menunjukkan terowongan tidak stabil. Respon deformasi dipengaruhi oleh perpindahan yang terjadi di depan, belakang dan permukaan kerja penggalian. Pada metode *three bench seven steps* menunjukkan nilai ekstrusi 14,4 cm hingga 13,8 cm sedangkan dengan *bench method* sebesar 15,6 cm s/d 16,9 cm, dan *full face* 22,8 cm. Perpindahan di belakang muka penggalian 9,5 mm s/d 52 mm, *bench method* 76,8 mm hingga 24 mm, dan perpindahan dengan metode *full face* yaitu 61,6 mm hingga 27,6 mm. Adanya kontrol deformasi melalui penggunaan sistem penyangga dan jarak penggalian *invert* mempengaruhi kondisi kestabilan terowongan, ditunjukkan dengan penurunan deformasi hingga 83,3% pada jarak penggalian *invert* maksimal 8 m dari permukaan kerja penggalian. Nilai *strength factor* pada penerowongan yaitu 1,01 hingga 5,04. Hasil analisis sensitivitas menunjukkan jika sudut geser dalam merupakan parameter mekanik paling berpengaruh terhadap deformasi akibat penggalian terowongan. Berdasarkan dari hasil analisis balik menunjukkan jika sudut geser dalam meningkat 20 % hingga 50 % dibandingkan hasil uji laboratorium.