

## **ABSTRACT**

*The rock mass failure is the most critical situation that becomes a hazard for human activities where it can cause damage, losses of properties, and increase the maintenance cost. Study of a geological condition like structure geology and engineering properties is essential to understand the rock mass condition, either it is stable or not. This research was conducted in Semilir formation along the road from Candi Ijo to Ngoro-Oro road where it was located in between two sub-district, which were Prambanan and Patuk. The road is an alternative road that has been used by tourism to go to attraction places where the outcrops around this road consist of the jointed rock mass that might have high potential to fail. There are 5 stations with 95 sections have been selected and analysed. The rock mass quality was determined by using empirical analysis methods such as Geological Strength Index (GSI), Rock Mass Rating (RMR), and Slope Mass Rating (SMR) and kinematic analysis method. For GSI classification consist of 35% of very good rock mass, the good rock mass with 57%, and 8% of the fair rock mass, while for RMR classification consist of 2% of very good rock mass, 77% of good rock mass, and 21% of the fair rock mass. The correlation between RMR and GSI is  $GSI = 0.7196 RMR_b + 13.002$ , with 64% of a significant level. Three types of potential failure found, which were planar, toppling, and wedges while percent SMR classification for all stations were 21% for very stable condition, 61% of stable condition, 8% of the partially stable condition, and 7% of unstable condition. Based on the analysis result, several lithologies found in this study, such as tuffaceous sandstone, vitric tuff, lithic tuff, cemented tuffaceous sandstone, lapilli tuff, subarkose, laminated mudrock, and laminated tuffaceous sandstone. Uniaxial compressive strength for all lithologies in the range from 8 to 161 MPa with a description of weak to very strong rock mass and the density of those lithologies have value in between 1.471 to 2.720 g/cm<sup>3</sup>. The discontinuities characteristic that can be a factor for the unstable rock mass have characteristic of close spacing between each discontinuity set, long persistence, large aperture, smooth to slickensides of surface roughness, lower number of UCS values, contained soft filling and hard filling with size more than 5 mm, and the groundwater was wet or dripping existed in slope surface. Besides, for weathering degree has range between slightly weathered to moderately weathered. The results of rock mass quality investigation obtained three classes, which is the fair rock mass quality class for GSI between 30 to 45, and RMR between 41 to 60, good rock mass quality class for GSI between 46 to 65, and RMR between 61 to 80 and very good rock mass quality class for GSI >65, and RMR >80. Several potential modes of rock mass failure can be detected in research area which was planar failure mode type with 8%, wedge failure mode type with 42%, the highest potential failure mode in the research area was toppling type with 44% failure and 5 % of no failure detected. The results of rock mass stability investigation were obtained four classes which for unstable rock mass condition with SMR values between 21 to 40 described as poor rock mass class, SMR between 41 to 60 in fair rock mass class categorized as partially stable rock mass, SMR between 61 to 80 in good rock mass class classified as stable rock, and lastly, SMR between 81 to 100 in very good rock class described as very stable rock mass.*

**Keywords:** rock mass quality, slope stability, rock mass classification, GSI, RMR, SMR, kinematic analysis.

Kegagalan massa batuan adalah situasi paling kritis yang mendatangkan bahaya bagi aktivitas manusia kerana boleh menyebabkan kerusakan, kehilangan properti, dan meningkatkan biaya pemeliharaan. Studi tentang kondisi geologi seperti struktur geologi dan sifat teknik sangat penting untuk memahami kondisi massa batuan, apakah itu stabil atau tidak. Penelitian ini dijalankan di formasi Semilir sepanjang jalan dari Candi Ijo ke jalan Ngoro-Oro, di mana ia berada di antara dua kecamatan, yaitu Prambanan dan Patuk. Jalan ini merupakan jalan alternatif yang telah digunakan oleh pariwisata untuk pergi ke tempat wisata di mana terdapat singkapan di sekitar jalan ini terdiri dari massa batuan berkekar yang mungkin berpotensi tinggi untuk gagal. Terdapat 5 stasiun dengan 95 bagian telah dipilih dan dianalisis. Kualitas massa batuan ditentukan dengan menggunakan metode analisis empiris seperti Geological Strength Index (GSI), Rock Mass Rating (RMR), dan Slope Mass Rating (SMR) dan metode analisis kinematik. Untuk klasifikasi GSI terdiri dari 35% dari massa batuan yang sangat baik, massa batuan yang baik dengan 57%, dan 8% dari massa batuan yang sederhana, sedangkan untuk klasifikasi RMR terdiri dari 2% dari massa batuan yang sangat baik, 77% dari massa batuan yang baik, dan 21% dari massa batuan sederhana. Korelasi antara RMR dan GSI adalah  $GSI = 0,7196 RMRb + 13,002$ , dengan 64% dari level signifikan. Tiga jenis potensi kegagalan telah ditemukan, yaitu planar, toppling, dan wedges sedangkan persen klasifikasi SMR di semua stasiun adalah 21% untuk kondisi sangat stabil, 61% dari kondisi stabil, 8% dari kondisi sebagian stabil, dan 7% dari kondisi tidak stabil. Berdasarkan hasil analisis, beberapa litologi telah ditemukan dalam penelitian ini, seperti batu pasir tuffan, tufa vitrik, tufa litik, batu pasir tuffan bersemen, tufa lapili, subarkosa, batu lempung berlaminasi, dan batu pasir tuffan berlaminasi. Kekuatan tekan uniaksial untuk semua litologi berkisar antara 8 hingga 161 MPa dengan deskripsi massa batuan adalah lemah hingga sangat kuat dan ketumpatan litologi tersebut memiliki nilai berkisar antara 1,471 hingga 2,720 g/cm<sup>3</sup>. Karakteristik diskontinuitas yang untuk massa batuan yang tidak stabil memiliki jarak yang dekat antara setiap set diskontinuitas, persistensi yang panjang, bukaan yang besar, kekasaran permukaan dari halus hingga "slickenside", jumlah nilai UCS yang lebih rendah, pengisian halus dan pengisian keras dengan ukuran lebih dari 5 mm, dan air tanah dalam keadaan basah atau menetes ada di permukaan lereng. Selain itu, untuk derajat pelapukan berada dalam keadaan sedikit lapuk hingga lapuk sedang. Hasil penyelidikan kualitas massa batuan diperoleh tiga kelas, yaitu kelas kualitas massa batuan yang sederhana dengan nilai GSI antara 30 hingga 45, dan RMR antara 41 hingga 60, kelas kualitas massa batuan yang baik dengan nilai GSI antara 46 hingga 65, dan RMR antara 61 hingga 80 dan kelas kualitas massa batuan yang sangat baik dengan nilai GSI > 65, dan RMR > 80. Beberapa mode potensial kegagalan massa batuan dideteksi di daerah penelitian yang merupakan tipe mode kegagalan "planar" dengan 8%, tipe mode kegagalan "wedges" dengan 42%, mode kegagalan potensial tertinggi di area penelitian adalah tipe "toppling" dengan 44% kegagalan dan 5% tiada kegagalan yang terdeteksi. Hasil penyelidikan stabilitas massa batuan diperoleh empat kelas yang untuk kondisi massa batuan tidak stabil dengan nilai SMR antara 21 hingga 40 digambarkan sebagai kelas massa batuan yang buruk, SMR antara 41 hingga 60 di kelas massa batuan yang sederhana dikategorikan sebagai massa batuan yang sebagian stabil, SMR antara 61 hingga 80 di kelas massa batuan yang baik diklasifikasikan sebagai batuan stabil, dan terakhir, SMR antara 81 hingga 100 di kelas batuan yang sangat baik digambarkan sebagai massa batuan yang sangat stabil.

**Kata kunci:** kualitas massa batuan, stabilitas lereng, klasifikasi massa batuan, GSI, RMR, SMR, analisis kinematika.