

Pulau Jawa, dengan jumlah penduduk terbesar di Indonesia, mengalami peningkatan aktivitas ekonomi dan infrastruktur dalam mendukung Pengembangan Ekonomi Nasional (PEN). Pemerintah berupaya mendorong pertumbuhan ekonomi melalui pembangunan Jalan Tol Ruas Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo, yang menghubungkan Provinsi Jawa Tengah dengan Kota D.I. Yogyakarta sepanjang 96,51 km. Meskipun memiliki dampak positif dari segi pembangunan, wilayah ini memiliki risiko kegempaan cukup tinggi. Rencana trase jalan tol ini dekat dengan jalur sesar Opak, yang menjadi sumber gempa dominan pada 2006. Gempa berkekuatan Mw 6,3 menyebabkan likuefaksi di kampus UMY, menunjukkan kerentanan tanah di sekitar. Atlas Zona Kerentanan Likuefaksi menunjukkan bahwa ruas jalan tol ini tergolong dalam zona kerentanan likuefaksi sedang. Potensi kerusakan tanah, seperti pergeseran lateral, penurunan tanah, dan semburan pasir, menciptakan kebutuhan untuk penelitian mendalam. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi likuefaksi dan dampaknya terhadap struktur fondasi jembatan pada Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi 1.2. Penelitian mencakup tinjauan terhadap penurunan tanah, *lateral spreading*, dan penurunan kuat geser tanah. Selain itu, penelitian juga mempertimbangkan daya dukung dan deformasi pada fondasi.

Dalam analisis ini penentuan nilai percepatan gempa melibatkan beberapa metode. Pertama, perhitungan dilakukan melalui situs web Lini Binamarga. Kedua, menggunakan periode ulang gempa dari 100 hingga 10.000 tahun, berdasarkan Peta Deagregasi Bahaya Gempa Indonesia 2022. Analisis likuefaksi melibatkan perhitungan *Cyclic Stress Ratio (CSR)* dan *Cyclic Resistance Ratio (CRR)* dengan pendekatan semi empiris. Faktor keamanan dievaluasi dengan membandingkan *CRR* dan *CSR*, mengidentifikasi potensi likuefaksi jika $FS < 1$. Analisis tingkat potensi likuefaksi menggunakan metode *Liquefaction Potential Index (LPI)* untuk memetakan daerah berpotensi. Analisis pasca likuefaksi melibatkan perhitungan perpindahan lateral dan penurunan tanah dengan metode Yoshimine dan Zhang. Analisis kapasitas daya dukung tiang bor dilakukan pada lokasi dengan penurunan total tinggi setelah likuefaksi, dengan evaluasi kapasitas dukung aksial, kapasitas lateral, dan penurunan tiang menggunakan metode O'Neil dan Reese, serta pemodelan dengan perangkat lunak RSPile pada tiang tunggal.

Percepatan puncak tanah maksimum di daerah penelitian, dengan pendekatan lini Binamarga, mencapai 0,45 g, sesuai dengan batas PGA_M untuk periode ulang 1000 tahun. Analisis kerentanan likuefaksi menunjukkan titik titik bor rentan pada lapisan tanah kedalaman 2-18 m dengan jenis tanah kepasiran sangat lepas hingga lepas ($N-SPT < 20$). Hasil analisis pasca likuefaksi mengindikasikan penurunan tanah maksimal 27,32 cm, dengan potensi penurunan lebih dari 10 cm pada beberapa lokasi pada periode ulang gempa 2500, 5000, dan 10.000 tahun. Analisis indeks perpindahan lateral menunjukkan potensi perpindahan antara 0 cm hingga 199,24 cm, di mana nilai 0 menandakan daerah yang tidak rentan terhadap likuefaksi. Pengaruh likuefaksi terhadap fondasi tiang bor jembatan, khususnya pada BH 04 Sta. 31+450, menunjukkan penurunan kapasitas dukung izin aksial dari 7026,43 kN menjadi 6708,50 kN atau sebesar 4,52%. Pengaruh lapisan tanah yang mengalami likuefaksi juga menyebabkan penurunan kapasitas lateral izin sebesar 47,80%.

Kata kunci: Fondasi tiang bor jembatan, Likuefaksi, *Liquefaction Potential Index*, PGA_M

Java Island, with the largest population in Indonesia, is experiencing increased economic activity and infrastructure supporting National Economic Development. The government seeks to encourage economic growth by constructing the Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo Toll Road, which connects Central Java Province with D.I. Yogyakarta along 96.035 km. Despite the positive impacts, the region is also exposed to negative impacts, especially as an area with a high frequency of earthquakes. The planned route of the toll road is close to the Opak fault line, which was the source of the dominant earthquake in 2006. The Mw 6.3 earthquake caused liquefaction on the UMY campus, demonstrating the vulnerability of the surrounding soil. The Atlas of Liquefaction Vulnerability Zones shows that this motorway section is classified as a moderate liquefaction vulnerability zone. The potential for soil damage, such as lateral sliding, subsidence, and sand bursts, creates a need for in-depth research. This research aims to evaluate the liquefaction potential and its impact on the bridge foundation structure of the Solo - Yogyakarta - NYIA Kulon Progo Toll Road Section 1.2, including a review of ground settlement, lateral spreading, and reduced soil shear strength, as well as considering the bearing capacity and deformation of the foundation.

In this analysis, the determination of earthquake acceleration values involved several methods. Firstly, calculations were made through the Lini Binamarga website. Second, using earthquake return periods from 100 to 10,000 years, based on the Indonesia Earthquake Hazard Deaggregation Map 2022. The liquefaction analysis involved calculating the Cyclic Stress Ratio (CSR) and Cyclic Resistance Ratio (CRR) using a semi-empirical approach. The safety factor was evaluated by comparing CRR and CSR, identifying liquefaction potential if $FS < 1$. The liquefaction potential level analysis used the Liquefaction Potential Index (LPI) method to map risk areas. Post-liquefaction analysis involved calculating lateral displacement and ground settlement using the Yoshimine and Zhang method. Bored pile bearing capacity analysis was conducted at sites with high total settlement after liquefaction, with an evaluation of axial bearing capacity, lateral capacity, and pile settlement using the O'Neil and Reese method and modeling with RSPile software on a single pile.

The maximum peak ground acceleration in the study area, using the Binamarga line approach, reached 0.45 g, corresponding to the PGA_M limit for a return period of 1000 years. Liquefaction susceptibility analysis showed that the titik bor points were vulnerable in the 2-18 meter depth soil layer with very loose to loose sandy soil type ($N-SPT < 20$). Post-liquefaction analysis results indicate a maximum ground settlement of 27.32 cm, with the potential for more than 10 cm settlement at some locations at 2500, 5000, and 10,000 year earthquake return periods. Lateral displacement index analysis indicated potential displacements between 0 cm and 199.24 cm, where 0 indicates areas not susceptible to liquefaction, the effect of liquefaction on the bored pile foundations of the bridge, particularly at B.H. 04 Sta. 31+450 showed a decrease in axial bearing capacity from 7026.43 kN to 6708.50 kN or by 4.52%. The influence of the liquefied soil layer also caused a decrease in lateral permit capacity of 47.80%.

Keywords: Bridge bored pile foundation, Liquefaction, Liquefaction Potential Index, PGA_M