

INTISARI

Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Suralaya, Cilegon, Provinsi Banten memiliki tingkat kepentingan tinggi karena termasuk dalam kategori proyek strategis nasional. Pada kawasan tersebut terdapat Bangunan *Coal Shed* yang berfungsi sebagai gudang batu bara dan alat berat untuk operasional. Ketergangguhan yang dialami pada bangunan tersebut akan berdampak pada siklus operasional. Daerah tersebut memiliki potensi gempa yang tinggi, sehingga desain fondasi dan struktur bangunan harus mempertimbangkan aspek tersebut. Selain itu, Atlas Zona Kerentanan Likuefaksi Indonesia menunjukkan lokasi penelitian berada di zona tinggi kerentanan likuefaksi. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak likuefaksi pada desain fondasi tiang bor Bangunan *Coal Shed* dengan menggunakan metode analitis dan model numerik dengan *Finite Element Method (FEM)*. Pengamatan dilakukan terhadap interaksi kinematik tanah terlikuefaksi dan tiang bor, serta penurunan yang disebabkan oleh likuefaksi.

Tahap awal dalam analisis potensi likuefaksi pada penelitian ini dilakukan secara analitis. Pada analisis ini akan menggunakan 17 titik *bore hole* yang berada di lokasi penelitian. Metode Idriss dan Boulanger (2008) digunakan untuk menghitung nilai *safety factor* likuefaksi. Untuk nilai dibawah 1, maka pada lapisan tersebut memiliki potensi likuefaksi. Perhitungan selanjutnya dilakukan menggunakan *Liquefaction Potential Index (LPI)* dan *Liquefaction Severity Index (LSI)*. Nilai *safety factor* likuefaksi yang dihasilkan dari perhitungan Idriss dan Boulanger (2008) akan digunakan untuk perhitungan *LPI* dan *LSI*. Berdasarkan hasil dari analisis potensi likuefaksi secara analitis, dapat diketahui titik *bore hole* paling kritis. Lokasi tersebut akan digunakan dalam pemodelan yang dilakukan secara numerik pada *PLAXIS 2D*. Metode yang diterapkan pada analisis ini adalah *FEM* dengan penerapan beban dinamik non linear. Nilai rasio perubahan angka air pori (r_u) lebih dari 0,8 akan merupakan indikasi lapisan yang memiliki potensi likuefaksi. Hasil analisis potensi likuefaksi pada pemodelan tersebut akan diverifikasi terhadap hasil perhitungan analitis. Hal yang menjadi acuan dalam verifikasi tersebut adalah tebal dan kedalaman dari lapisan berpotensi likuefaksi. Untuk tahap selanjutnya, dilakukan penerapan penggunaan tiang bor dan beban analisis struktur di *pile cap* dalam model numerik *PLAXIS 2D*. Hasil yang didapatkan pada analisis tersebut dapat digunakan untuk melihat interaksi kinematik tanah terlikuefaksi dan tiang bor. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dapat diketahui penurunan yang terjadi akibat likuefaksi.

Hasil analisis menunjukkan 14 dari 17 bore hole memiliki potensi likuefaksi berdasarkan metode Idriss dan Boulanger (2008). Berdasarkan hasil analisis *LPI* dan *LSI*, DB-02 memiliki nilai tinggi. Tebal lapisan berpotensi likuefaksi pada titik tersebut adalah 20 m, pada kedalaman 5 m sampai 25 m. Tebal dan kedalaman lapisan berpotensi likuefaksi pada DB-02 menunjukan serupa dengan metode Idriss dan Boulanger (2008). Nilai r_u maksimal pada hasil analisis tersebut adalah 0,997 pada kedalaman 16 m sampai 17 m. Analisis interaksi kinematik menunjukkan tiang bor pada tanah terlikuefaksi mengalami bending moment -238 kN-m, shear force -111 kN, dan lateral displacement 0,3 m. Kondisi tersebut terjadi pada skenario tanpa penerapan beban analisis struktur di *pile cap*. Pengaruh beban struktur pada *pile cap* berdampak terhadap interaksi tiang bor di tanah likuefaksi. Nilai bending moment terbesar -4456 kN-m dan lateral displacement maksimum 1,91 m terjadi pada kombinasi beban moment dominant. Nilai shear force terbesar -1411 kN terjadi pada kondisi axial dominant. Penurunan tanah terbesar terjadi pada kombinasi moment dominant, yaitu 3,86 m, sementara penurunan tiang bor terbesar terjadi pada kombinasi axial dominant, yaitu 1,71 m.

Kata kunci: Dinamik, *Finite Element Method*, Likuefaksi, Non-Linear, Tiang Bor.

ABSTRACT

The Steam Power Plant (PLTU) project in Suralay, Cilegon, Banten Province has a high level of importance because it is included in the national strategic project category. In the area there is a Coal Shed Building which functions as a coal warehouse and heavy equipment for operations. Disturbances experienced in the building will have an impact on the operational cycle. The area has a high earthquake potential, so the design of the foundation and building structure must consider this aspect. In addition, the Atlas of Indonesian Liquefaction Vulnerability Zones shows that the research location is in a high zone of liquefaction vulnerability. Based on these conditions, this study aims to analyze the impact of liquefaction on the design of the Coal Shed Building bored pile foundation using analytical methods and numerical models with the Finite Element Method (FEM). Observations were made on the kinematic interaction of liquefied soil and bored piles, as well as the settlement caused by liquefaction.

The initial stage in analyzing the liquefaction potential in this study was carried out analytically. This analysis will use 17 bore hole points located in the research location. The Idriss and Boulanger (2008) method was used to calculate the liquefaction safety factor value. For values below 1, the layer has liquefaction potential. Further calculations were carried out using the Liquefaction Potential Index (LPI) and Liquefaction Severity Index (LSI). The liquefaction safety factor value resulting from the calculation of Idriss and Boulanger (2008) will be used for the calculation of LPI and LSI. Based on the results of the analytical analysis of liquefaction potential, the most critical borehole point can be identified. These locations will be used in numerical modeling in PLAXIS 2D. The method applied in this analysis is FEM with the application of non-linear dynamic loads. A pore water number change ratio (r_u) value of more than 0.8 would be an indication of a layer with liquefaction potential. The results of the analysis of liquefaction potential in the modeling will be verified against the results of analytical calculations. The reference in the verification is the thickness and depth of the potential liquefaction layer. For the next stage, the application of the use of drilled piles and structural analysis loads on the pile cap in the PLAXIS 2D numerical model is carried out. The results obtained in the analysis can be used to see the kinematic interaction of the liquefied soil and the pile cap. Based on the results of the analysis, the settlement that occurs due to liquefaction can be determined.

The analysis shows that 14 out of 17 boreholes have liquefaction potential based on the Idriss and Boulanger (2008) method. Based on the LPI and LSI analysis results, DB-02 has a high value. The thickness of the liquefaction potential layer at that point is 20 m, at a depth of 5 m to 25 m. The thickness and depth of the potential liquefaction layer at DB-02 show similarities with the method of Idriss and Boulanger (2008). The maximum r_u value in the analysis results is 0.997 at a depth of 16 m to 17 m. Kinematic interaction analysis showed that the bored pile in the liquefied soil experienced a bending moment of -238 kN-m, shear force of -111 kN, and lateral displacement of 0.3 m. These conditions occurred in the scenario without the application of structural analysis loads on the pile cap. The influence of structural loads on the pile cap has an impact on the interaction of the borehole in the liquefaction soil. The largest bending moment value of -4456 kN-m and maximum lateral displacement of 1.91 m occurred in the dominant moment load combination. The largest shear force value of -1411 kN occurred under axial dominant conditions. The largest ground settlement occurred in the moment dominant combination, which was 3.86 m, while the largest borehole settlement occurred in the axial dominant combination, which was 1.71 m.

Keywords: Dynamic, Finite Element Method, Liquefaction, Non-Linear, Bored Pile.