

## INTISARI

Selama ini desain fondasi tiang pada tanah jenuh sebagian menggunakan parameter tanah jenuh yang mengasumsikan kondisi tanah terlemah. Hal tersebut mengabaikan pengaruh *matric suction* yaitu parameter khas yang dimiliki oleh tanah jenuh sebagian. Kontribusi *matric suction* yang signifikan pada peningkatan kuat geser pun terabaikan. Desain yang sesuai dengan kondisi yang sebenarnya akan menjadi desain yang logis dan dapat diterima. Desain fondasi tiang menggunakan parameter jenuh sebagian dan parameter jenuh dapat dimungkinkan untuk digunakan bersama sesuai dengan kondisi tanah yang sebenarnya. Hal ini dilakukan agar diperoleh dimensi yang lebih kecil, biaya konstruksi yang lebih efisien dengan angka keamanan yang sama. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perilaku fondasi tiang tunggal dan kelompok tiang pada tanah jenuh sebagian yang menahan beban tarik dan tekan. Diusulkan modifikasi persamaan kapasitas dukung tiang tunggal tarik dan tekan pada tanah jenuh sebagian berdasarkan hasil uji. Usulan modifikasi persamaan di atas dievaluasi dengan hasil uji dan analisis numeris.

Untuk itu, dilakukan uji sifat fisik, uji mekanik dan uji utama di Laboratorium Mekanika Tanah, UGM. Uji utama menggunakan kotak uji dengan ukuran 1,1 m × 1,1 m × 1,1 m. Tanah *sandy clay* ditempatkan pada kotak uji dengan 3 variasi kadar air. Kepadatan tanah dalam kotak uji tidak kurang dari 95% dari *maximum dry density* laboratorium. Model tiang tunggal dan kelompok tiang terbuat dari bahan beton berbentuk silinder. Model tiang tunggal berdiameter 16 mm dan rasio panjang tiang terhadap diameter ( $L/d$ ) 20, 15, 10, 6. Model kelompok berdiameter 10 mm, panjang 200 mm, variasi jumlah tiang 1, 2, 3 dan 4 dengan jarak antar tiang  $2,5d$ . Model tiang dimasukkan ke dalam tanah, selanjutnya diuji beban tekan dan tarik mengacu pada ASTM. *LVDT* dipasang di kepala tiang untuk mengukur *displacement* tiang dan *Load cell* digunakan untuk mengukur besarnya penerapan beban. *Load cell* dan *LVDT* dihubungkan dengan *data logger* untuk mengumpulkan dan mencatat data yang ditampilkan pada layar laptop.

Hasil penelitian menunjukkan rasio kedalaman pemancangan tiang dengan diameter ( $L/d$ ) dan *matric suction* mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kapasitas dukung tiang tunggal tarik dan tekan. Kapasitas dukung tiang tunggal tekan lebih besar daripada kapasitas dukung tiang tunggal tarik. Modifikasi persamaan kapasitas dukung tiang tunggal tarik dan tekan pada *unsaturated sandy clay* disusun berdasarkan hasil pengujian dengan mempertimbangkan faktor adhesi  $\alpha$ , kohesi dan sudut gesek dalam yang dipengaruhi oleh *matric suction*. Diperoleh faktor adhesi  $\alpha$  tarik dan tekan terkoreksi dengan dua pilihan, *mean estimation* dan *safer estimation*. Usulan persamaan modifikasi di atas telah berhasil dievaluasi dengan hasil uji dan analisis *Finite Element Method (FEM)*. Jumlah tiang dan *matric suction* mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kapasitas dukung kelompok tiang tarik dan tekan. Kapasitas dukung kelompok tiang tarik dan tekan hasil uji telah berhasil dievaluasi dengan analisis *Finite Element Method (FEM)*.

Kata kunci: *unsaturated soil*, fondasi tiang, *matric suction*, *SWCC*, *tensiometer*

## ABSTRACT

The design of pile foundation in unsaturated soil has been using saturated soil parameter which assumes the weakest soil condition. It ignores the influence of matric suction which is typical parameters possessed by unsaturated soil. An increase in shear strength due to the contribution of matric suction is also not taken into account. The real design would be logical and acceptable. The pile foundation design using unsaturated parameters and saturated parameters may be used based on real soil condition to obtain a smaller dimensions and lower construction cost which is more efficient with the same level of safety. The purpose of this research is to determine the behavior of single pile and pile group foundations in unsaturated soil which are subjected to uplift and compressive loads. The modification of the equation of the uplift and compressive capacity of single pile on unsaturated soil based on the results of the test were proposed. The proposed modified equation above were evaluated with test results and numerical analysis.

For this purpose, physical and mechanical properties test and the main test conducted at the Laboratory of Soil Mechanics, UGM. The main test using a test box with a dimension of 1.1 m × 1.1 m × 1.1 m. The sandy clay compacted with 3 variations of water content. The average dry density of the soil in the test box is not less than 95% of the maximum dry density. The single pile model used in the study was made from circular concrete with 16 mm and the ratio of pile length to diameter ( $L/d$ ) were 20, 15, 10, 6. The group pile models with 10 mm diameter, 200 mm length has the variation in the number of piles 1, 2, 3 and 4 and the distance between piles  $2.5d$ . The model piles were driven into the soil, furthermore, the piles were tested in axial compression and uplift load referred to ASTM. The LVDT was installed at the pile head to measure the pile displacement. The load cell was used to measure the applied compression/uplift load. LVDT and load cell are connected with a data logger to collect and record data and was processed by a laptop.

The results were showed that the ratio of depth of pile erection with diameter ( $L/d$ ) and matric suction had a significant influence on increasing the capacity of uplift single pile and compression pile. Single pile compressive capacity is greater than single pile uplift capacity. The modified of the equation of the uplift and compressive capacity of the single pile on unsaturated sandy clay arranged based on the results of the test by considering the  $\alpha$  adhesion factor, cohesion, and internal friction angle were affected by the matric suction. The  $\alpha$  corrected adhesion factor for the uplift and compressive pile were obtained in two choices, mean estimation and safer estimation. The proposed modification equation above has been successfully evaluated with laboratory test results, and Finite Element Method (FEM) analysis. The number of piles in group and matric suction has a significant influence on increasing the capacity. The bearing capacity of the uplift and compressive pile groups the results of the laboratory test have been successfully evaluated by Finite Element Method (FEM) analysis.

**Keywords:** Unsaturated soil, pile foundation, matric suction, SWCC, tensiometer