

INTISARI

Indonesia merupakan salah satu negara yang berada pada zona gempa bumi aktif yang biasa disebut *ring of fire*. Sejak gempa bumi Aceh tahun 2004 hingga gempa bumi Palu tahun 2018, telah terjadi beberapa kali likuifaksi pasca gempa bumi. Likuifaksi merupakan salah satu fenomena yang terjadi sesaat dan setelah gempa bumi. Fenomena ini mengakibatkan tanah kehilangan kekuatannya yang diikuti dengan longsoran tanah, penyebaran tanah arah lateral atau penurunan tanah yang besar. Sebagian besar fenomena likuifaksi terjadi pada pasir jenuh air dengan kerapatan relatif rendah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *pumice* pada potensi likuifaksi pasir mengandung *pumice*. Distribusi ukuran butir pasir dan *pumice* yang digunakan dalam penelitian berasal dari zona berpotensi likuifaksi. Alat utama yang digunakan adalah triaksial siklik tipe *stress-controlled* dan *shaking table* tipe 1g. Kerapatan relatif sampel dan model uji adalah 30%, metode *wet tamping* digunakan untuk persiapan sampel uji triaksial siklik dan metode *dry pluviation* untuk model uji *shaking table*. Pada uji triaksial siklik, parameter yang digunakan adalah tegangan kekang 100 kPa, tegangan deviator 50 kPa dengan frekuensi beban 1 Hz. Pada uji *shaking table*, beban siklik digunakan sebagai beban gempa, frekuensi alami sistem diperoleh dari *trial and error* menggunakan beberapa massa dan frekuensi yang berbeda. Ada dua frekuensi yang dipilih untuk mendesain *time history* percepatan, yaitu 1,43 Hz dan 2,07 Hz. Amplitudo percepatan yang diperoleh dari frekuensi ini, adalah 0,35g durasi 7 detik dan 0,38g durasi 60 detik. Uji *shaking table* dengan amplitudo percepatan 0,35g dilakukan pada model uji pasir, *pumice* dan pasir mengandung 30% *pumice* dari berat kering pasir. Sedangkan untuk amplitudo 0,38g, uji *shaking table* dilakukan pada pasir, *pumice* dan pasir mengandung *pumice* sebanyak 10%, 30% dan 50% dari berat kering pasir. Untuk mengetahui karakteristik *pumice*, dilakukan uji kuat geser, permeabilitas, uji SEM dan EDS.

Hasil foto SEM memperlihatkan adanya rongga-rongga di dalam partikel *pumice* yang menjadi ciri khas batu apung, dan diperkuat oleh nilai berat volume kering *pumice* yang rendah berkisar 0,54 gr/cm³. Hasil uji EDS menunjukkan bahwa senyawa dominan pada *pumice* adalah silika (SiO₂) dan alumina (Al₂O₃) dengan kandungan masing-masing adalah 56,64% dan 14,91%. Berat volume kering pasir lebih besar dari *pumice* yaitu 1,59 gr/cm³. Peningkatan tekanan air pori pada uji triaksial siklik tidak begitu signifikan, dan sampel belum ada yang mencapai kondisi likuifaksi. Pada uji *shaking table*, kondisi likuifaksi belum terjadi pada aplikasi beban siklik dengan amplitudo percepatan 0,35g dan durasi 7 detik. Pada amplitudo percepatan 0,38g dengan durasi 60 detik, model uji pasir mengalami likuifaksi pada 7 detik setelah uji dimulai. Analisis hasil rekaman *transducer* yang dipasang pada jarak 0,10 m dari permukaan model uji menunjukkan bahwa penambahan *pumice* sebesar 10%, 30% dan 50% dapat mengurangi tekanan air pori sebesar 15%, 62%, dan 85%. Hasil uji gradasi pasca uji *shaking* memperlihatkan bahwa terjadi penambahan butiran halus dari sebelum dan setelah uji *shaking*. Hal ini menunjukkan bahwa partikel *pumice* mengalami gerusan di permukaannya. Gerusan yang terjadi pada partikel *pumice* menyebabkan sudut gesek butiran *pumice* bertambah dan butiran kecil hasil gerusan menjadi pengunci diantara partikel besar. Kondisi ini yang menyebabkan tekanan air pori berkurang secara signifikan.

Kata kunci: pasir, *pumice*, likuifaksi, *shaking table*

ABSTRACT

Indonesia is one of the countries in the active earthquake zone, commonly called the ring of fire. Since the Aceh earthquake in 2004 to the Palu earthquake in 2018, there have been several liquefaction after earthquake event. Liquefaction is one of the phenomena that occurs during and after an earthquake. This phenomenon has resulted in soil loss of strength followed by flow slide, lateral spreading or large land subsidence. Most phenomena of liquefaction occur in saturated sand with low relative density.

This study aims to determine the effect of additional pumice to the potential liquefaction of sand. The grain size distribution curve of sand and pumice that used in the study are from the potential liquefaction zone. The main tool used is stress-controlled cyclic triaxial and shaking table 1g. The relative density of the sample and the test model is 30%, the wet tamping method is used for sample preparation of cyclic triaxial test and dry pluviation method for the shaking table test model. In the cyclic triaxial test, the parameters used are confining pressure of 100 kPa, deviator stress of 50 kPa with a frequency of 1 Hz. In the shaking table test, cyclic loads are used as earthquake loads, the natural frequency of the system is obtained from trial and error using several different masses and frequencies. There are two frequencies selected to design the acceleration time history, which is 1.43 Hz and 2.07 Hz. The amplitude of the acceleration obtained from this frequency is 0.35g duration of 7 seconds and 0.38g duration of 60 seconds. The shaking table test with an acceleration amplitude of 0.35g was carried out on the sand, pumice and sand test models containing 30% pumice by weight of sand. Whereas for the amplitude of 0.38g, the shaking table test was carried out on sand, pumice and sand with pumice additions of 10%, 30% and 50% by weight of the sand. To determine the characteristics of the pumice, shear strength, permeability, SEM and EDS tests were conducted.

The SEM image show the presence of cavities in the pumice particles that are characteristic of pumice, and are strengthened by the value of the low dry density of pumice about 0.54 gr/cm³. The EDS test results showed that the dominant compounds in pumice were silica (SiO₂) and alumina (Al₂O₃) with content of 56.64% and 14.91% respectively. The dry density of sand is greater than the pumice which is 1.59 gr/cm³. The increase in pore water pressure in the cyclic triaxial test is not very significant, and no samples have reached liquefaction conditions. In the shaking table test, liquefaction conditions have not occurred in cyclic load applications with an acceleration amplitude of 0.35g and a duration of 7 seconds. At an acceleration amplitude of 0.38g with a duration of 60 seconds, the sand test model undergoes liquefaction at 7 seconds after the test begins. Analysis of the transducer recordings installed at a distance of 0.10 m from the surface of the test model shows that the addition of pumice at 10%, 30% and 50% can reduce pore water pressure by 15%, 62%, and 85%. The results of the gradation test after the shaking test showed that there were additional fine grains from before and after the shaking test. This shows that the pumice particles experience scouring on the surface. The scour that occurs in the particle pumice causes the friction angle of the pumice particles to increase and the small grain of scouring becomes a lock between large particles. This condition causes pore water pressure to decrease significantly.

Key words: sand, *pumice*, liquefaction, *shaking table*