

Analisa Potensi Likuifaksi Pada Tanah Pasir & Pasir Berlanau Menggunakan Alat Korinofaction

Liquefaction Potential Analysis on Sandy Soil & Silty Sands Using Korinofaction Device

Prakoso Jati ¹⁾, Rinowan Jati Pamungkas ¹⁾, Soedarsono ²⁾, Ari Sentani ³⁾

¹ Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Islam Sultan Agung
Email: prakosojati22@gmail.com

¹ Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Islam Sultan Agung
Email: rinowanjati01@gmail.com

² Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Islam Sultan Agung
Email: soedarsono@unissula.ac.id

³ Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Islam Sultan Agung
Email: arisentani@unissula.ac.id

Abstrak - Peristiwa gempa bumi merupakan bencana alam yang tidak dapat diprediksikan kapan terjadinya, umumnya penyebab terjadinya gempa disebabkan karena pergerakan lempeng bumi atau biasa disebut dengan gempa tektonik, dan letusan gunung berapi yang disebut gempa vulkanik. Pada kondisi tanah tertentu gempa bumi juga mengakibatkan terjadinya likuifaksi, yaitu suatu peristiwa dimana perilaku tanah berubah dari kondisi padat menjadi cair, hal tersebut terjadi pada kondisi tanah jenuh yang mengalami peningkatan tegangan air pori akibat bekerjanya beban siklik yang ditimbulkan oleh gempa bumi. Metode penelitian yang dipakai dalam analisa menggunakan alat Korinofaction dengan prinsip menimbulkan getaran gaya lateral seperti gempa bumi yang bersumber dari putaran dinamo single pass kemudian diatur kecepatannya melalui dimer pengatur kecepatan dan diukur kecepatannya menggunakan digital tachometer setelah itu dianalisa berdasarkan tujuan yang hendak dicapai. Hasil yang diperoleh dari ketiga jenis sampel tanah mengalami likuifaksi, prosentase kandungan air pada ketiga jenis sampel tanah adalah 25%, 21,9%, dan 19,86%, luasan area terjadinya likuifaksi sebesar 169,2 cm², 1558,81 cm², dan 1599,352 cm², dan kedalaman area likuifaksi pada tanah pasir sebelah kanan sebesar 4 cm, kiri 5 cm, pada tanah pasir berlanau (lanau 10%) sebelah kanan sebesar 6 cm, kiri 7 cm, dan pada tanah pasir berlanau (lanau 20%) sebelah kanan sebesar 9 cm, kiri 7 cm. Prosentase kandungan air tertinggi terdapat pada tanah pasir karena memiliki rongga pori yang relatif besar dibandingkan dengan pasir berlanau, luasan area terbesar akibat dampak terjadinya likuifaksi di tanah pasir, kedalaman likuifaksi tertinggi berada pada jenis tanah pasir berlanau pada kandungan lanau 20%.

Kata kunci : Bencana Alam, Gempa Bumi, Likuifaksi, Tanah, Air, Tegangan Air Pori

Abstract - Earthquakes are natural disasters which cannot be predicted when it will occur. In general, earthquakes are caused by the movement of earth plates or commonly referred to as tectonic earthquakes, and volcanic eruptions called volcanic earthquakes. In a certain soil condition, earthquakes also cause liquefaction, which is a phenomenon where soil behavior changes from solid to liquid conditions, it occurs in saturated soil conditions which have increased in pore water pressure due to the operation of cyclic loads caused by earthquakes. The research method used in this analysis was using Korinofaction device with its principle of generating lateral force vibrations like earthquakes originated from a single pass dynamo rotation, and then adjusting its speed through a speed regulator dimer, then, measuring its speed using a digital tachometer, and analyzing it based on the objectives which want to be achieved. The results obtained from the three types of soil samples showed the occurrence of liquefaction. The percentage of moisture content in the three types of soil samples were 25%,

21.9%, and 19.86%; the area of the occurrence of liquefaction were 169.2 cm², 1558.81 cm², and 1599,352 cm²; and the depth of the liquefaction area in the sandy soil were right 4 cm, left 5 cm; in the silty sand (10% silt) right 6 cm, left 7 cm, and in the silty sand soil (20% silt) the right side was 9 cm, the left was 7 cm. The highest percentage of moisture content was in sandy soil because it has a relatively large pore cavity compared to silty sand, the largest impacted area of liquefaction occurred in sandy soils, and the highest liquefaction depth was in the type of silty sands at 20% silt content.

Keywords: Natural Disasters, Earthquakes, Liquefaction, Soil, Water, Pore Water Pressure

I. PENDAHULUAN

Gempa bumi merupakan suatu peristiwa bencana alam yang tidak dapat diprediksikan kapan terjadinya, umumnya penyebab terjadinya gempa disebabkan karena pergerakan lempeng bumi atau biasa disebut gempa tektonik, dan letusan gunung berapi yang disebut gempa vulkanik. Indonesia adalah sebuah negara yang terletak di tiga pertemuan lempeng kerak bumi yaitu lempeng Pasifik, lempeng Eurasia, dan lempeng India Australia (sumber: balai3.denpasar.bmkg.go.id). Kepulauan Indonesia merupakan daerah yang berada pada pertemuan antara dua jalur gempa utama yaitu jalur gempa Mediterania dan jalur gempa Sirkum Pasifik. Oleh karena hal tersebut Indonesia memiliki potensi untuk terjadinya gempa bumi. Sebagai contoh yaitu gempa yang terjadi di kota Palu, Sigi, Parigi Moutong, dan Donggala Provinsi Sulawesi Tengah, gempa dengan kekuatan 7,4 SR/Mw berada pada kedalaman 10 KM pusat gempa di jalur sesar Pulau Koro.

Gempa membawa serta bencana tsunami ke perairan Teluk Palu. Bencana ini terjadi akibat adanya longsoran sedimen dari dasar laut di kedalaman 200-300 meter, sedimen dari sungai-sungai yang bermuara di Teluk Palu belum terkonsolidasi kuat sehingga runtuh dan longsor saat terjadi gempa, dan memicu terjadinya tsunami, adapun titik tertinggi tsunami tercatat 11,3 meter, terjadi di Desa Tondo, Palu Timur, Kota Palu.

Sedangkan titik terendah tsunami tercatat 2,2 meter, terjadi di Desa Mapaga, Kabupaten Donggala (sumber: www.kompas.com). Selain gempa dan tsunami, masyarakat juga dikejutkan dengan fenomena likuifaksi yang menerjang wilayah Potobo, Palu. Saat itu tanah di permukiman warga berubah menjadi lumpur layaknya cair dan kehilangan daya dukungnya. Fenomena ini terjadi jika terdapat material lepas berupa pasir dan lanau yang berada di bawah muka air tanah yang memicu ruang pori antar butiran terisi air, kemudian tanah yang mengalami likuifaksi tidak dapat menahan berat apapun yang berada di atasnya, baik itu berupa lapisan batuan di atasnya maupun bangunan yang akhirnya mengakibatkan hilangnya daya dukung pondasi bangunan (Putri et al).

Likuifaksi menyebabkan struktur tanah mengalami kerusakan. Lapisan tanah yang mengalami likuifaksi akan menjadi bubur dan hampir tidak mempunyai daya dukung. Akibat yang terjadi adalah penurunan, retak-retak muka tanah, keluarnya bubur pasir halus ke permukaan tanah, hilangnya friction tanah terhadap fondasi pancang sampai dengan tergulingnya fondasi/bangunan di atas tanah (Prawirodikromo, 2012).

Hal inilah yang akan menjadi konsentrasi penulis untuk melakukan analisa terhadap perilaku tanah yang mengalami peningkatan tekanan air pori akibat gempa sehingga terjadi likuifaksi, bagaimana proses terjadinya likuifaksi, media terjadinya likuifaksi, dan dampak yang terjadi akibat adanya gaya lateral dengan intensitas sebesar VIII MMI yang bekerja pada tanah media penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA/LANDASAN TEORI

Kerusakan-kerusakan yang timbul akibat gempa bumi dapat dikategorikan menjadi dua bagian pokok, yaitu kerusakan pada bangunan-bangunan di atas tanah dan kerusakan lingkungan fisik pada permukaan atau dalam tanah itu sendiri. Kerusakan bangunan-bangunan di atas tanah sering mendapatkan pemberitaan yang lebih dominan dari pada kerusakan lingkungan tanah secara fisik. Kerusakan-kerusakan tanah secara fisik tersebut misalnya adalah terjadinya penurunan tanah (*settlement*), salju longsor/tanah longsor atau problem-problem lain pada keseimbangan lereng (*landslides and slope stability problems*), batu longsor (*rockslides*), batu jatuh (*rockfalls*) dan likuifaksi (*liquefaction*). Apabila terjadinya likuifaksi maka struktur tanah mengalami kerusakan, lapisan tanah yang mengalami likuifaksi akan menjadi bubur dan hampir tidak mempunyai daya dukung. Akibat yang terjadi adalah penurunan muka tanah, retak-retak muka tanah, keluarnya bubur pasir halus ke permukaan tanah, hilangnya friction tanah terhadap fondasi pancang sampai dengan tergulingnya fondasi/bangunan di atas tanah.

Menurut Wang dan Law (1994) faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya likuifaksi secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua bagian pokok yaitu gaya gempa (intensitas dan arah getaran) serta kondisi tanah dan lingkungan (property tanah, kondisi topografi, muka air tanah dsb). Berdasarkan beberapa

pengalaman terjadinya likuifaksi, maka para peneliti telah mengidentifikasi persyaratan-persyaratan yang memungkinkan terjadinya likuifaksi.

a). Intensitas Gempa

Likuifaksi tidak selalu terjadi menyusul adanya gempa bumi. Pada hakekatnya terdapat suatu batas tertentu (*threshold*) yang mana likuifaksi tidak akan terjadi. Berdasarkan pengalaman likuifaksi di China, pada kondisi tanah/lingkungan yang memenuhi syarat ternyata tidak terjadi likuifaksi apabila:

1. Magnitude gempa kurang dari 5 skala richter ($M < 5$)
2. Intensitas gempa kurang dari VI ($I_{MM} < VI$)
3. Gempa termasuk gempa-dalam (kedalaman focus > 70 km)

b). Jarak Episenter

Disamping persyaratan ukuran, intensitas dan kedalaman fokus, maka jarak episenter akan menentukan kemungkinan terjadinya likuifaksi. Lebih lanjut Wang dan Law (1994) mengatakan bahwa berdasarkan hasil pengamatan lapangan lebih dari 100 tahun dan lebih dari 100 peristiwa likuifaksi menunjukkan bahwa likuifaksi tidak akan terjadi apabila jarak episenter lebih dari;

$$R = 0,82 \cdot 10^{0,862(M-5)} \text{ km} \dots\dots\dots (1)$$

Sebaliknya apabila jarak episenter kurang dari hasil persamaan diatas, maka likuifaksi besar kemungkinan terjadi.

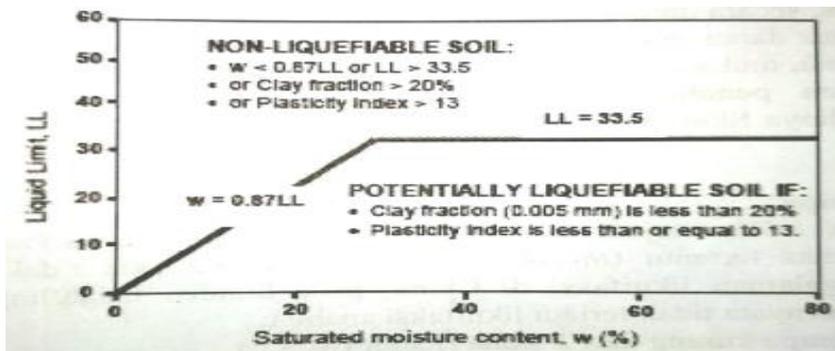
c). Kedalaman Air Tanah Maksimum

Sebagaimana disampaikan sebelumnya, peristiwa likuifaksi terjadi karena tegangan air pori yang besar. Oleh karena itu likuifaksi tidak akan terjadi apabila tidak ada air tanah yang memungkinkan naiknya tegangan air pori tersebut. Berdasarkan pengalaman yang telah dicatat menunjukkan bahwa likuifaksi akan terjadi apabila kedalaman air tanah kurang dari kira-kira 3,0 meter. Lebih lanjut Wang dan Lau (1994) mengatakan bahwa likuifaksi tidak akan terjadi apabila kedalaman air tanah lebih dari 5,0 meter.

d). Karakteristik Butir-butir Pasir

Jenis-jenis tanah yang memungkinkan terjadinya likuifaksi adalah tanah pasir jenuh air, berdiameter halus sampai agak kasar maupun tanah pasir silt terutama apabila sistem drainasenya tidak baik. Sebagaimana tampak pada gambar 2.33), ada beberapa kriteria yang membuat jenis-jenis tanah tersebut mengalami likuifaksi apabila (Yound dan Gilstarp, 1999 dan Day 2002; Perlea dkk, 1999 dalam Prakash dan Puri 2003)

1. Diameter tanah D_{50} antara 0,02 – 1,0 mm
2. Kandungan *finer*, butir $D < 0,005$ mm tidak lebih dari 20%
3. Koefisien keseragaman $D_{60}/D_{10} < 10$
4. Kepadatan relative $D_r < 75\%$
5. Indeks plastisitas $IP < 13\%$

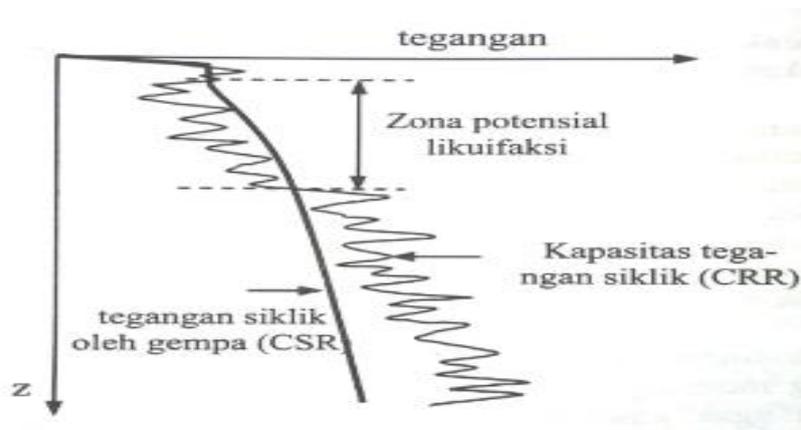


Gambar 2. Kriteria likuifaksi

(sumber: Perle dkk, 1999 dalam Prakash & Puri, 2003)

e). Rentang Lapis Likuifaksi

Selain persyaratan-persyaratan diatas, maka terdapat factor lain yang akan mempengaruhi likuifaksi, yaitu *effective overburden preassure* atau ada yang menyebut tegangan vertical efektif σ_{ve} (*effective vertical stress*). Tegangan tanah ini dipengaruhi oleh kedalaman lapisan, semakin dalam lapisan maka semakin besar tegangan vertical tanah. Tegangan vertical tanah ini juga berpengaruh terhadap tegangan horizontal σ_h (*confining preassure*) tanah sebagaimana ditunjukkan oleh pers. 14.1). semakin dalam lapisan tanah maka semakin besar tegangan horizontal tanah dan semakin kecil kemungkinan terjadinya likuifaksi.



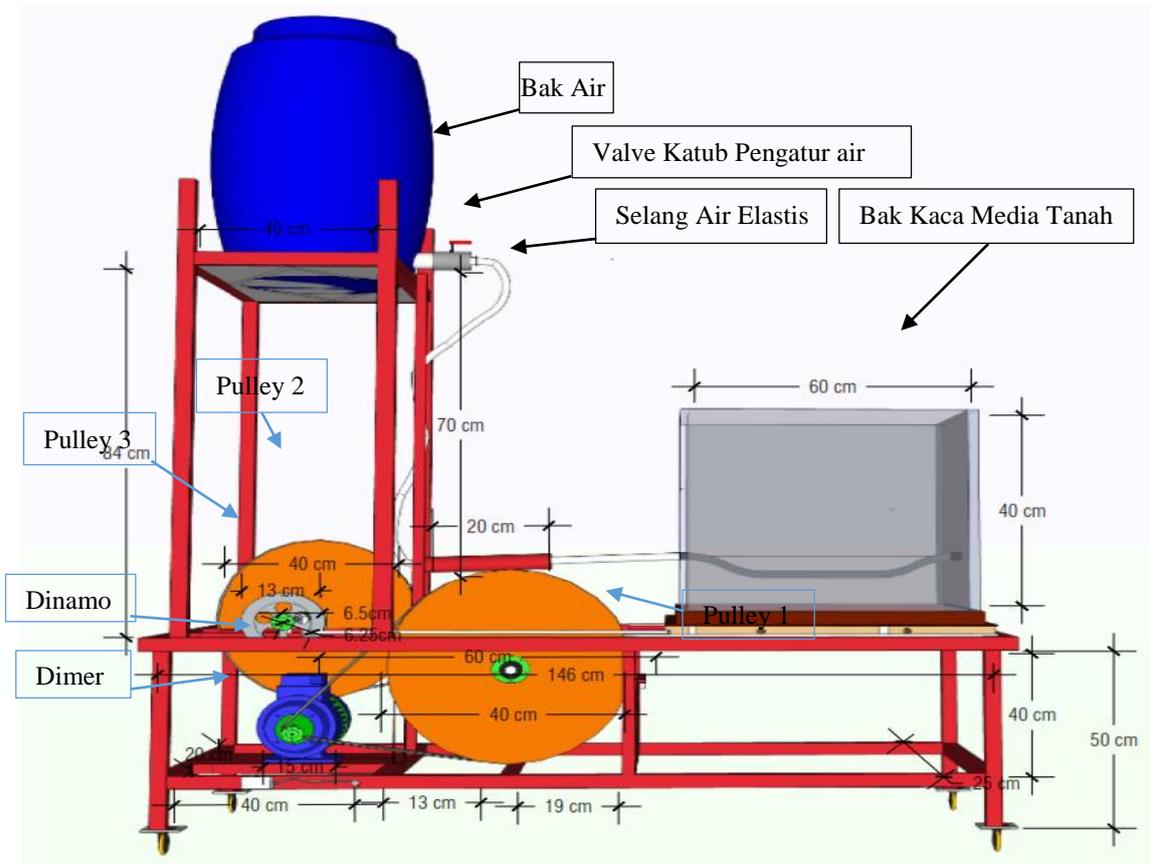
Gambar 1. Zona kedalaman potensi likuifaksi

Berdasarkan pengalaman likuifaksi yang telah terjadi di beberapa negara, maka umumnya likuifaksi terjadi pada lapisan tanah pasir lepas jenuh air yang kedalamannya kurang dari 15,0 meter. Secara teoritik lapisan $\pm 0,80$ m di dekat permukaan tanah kadang-kadang juga tidak terjadi likuifaksi, tetapi ikut terpengaruh lapisan dibawahnya. Zona potensial likuifaksi secara skematis disajikan pada gambar 1). likuifaksi akan terjadi apabila *Cyclic Stress Ratio* (CSR) > dari *Cyclic Resistance Ratio* (CRR). Likuifaksi umumnya tidak terjadi pada seluruh kedalaman tanah pasir tetapi pada kedalaman dan ketebalan tertentu seperti secara skematis ditunjukkan pada gambar 1).

III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini berupa kajian eksperimental berdasarkan penelitian yang sudah ada baik dari buku literatur, jurnal, maupun dari sumber-sumber lain yang terpercaya. Pembuatan alat Korinofaction sebagai alat untuk uji coba ini dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang, kemudian persiapan bahan yang berupa pasir (*sand*) dan Lanau (*silt*) mulai dari proses pengeringan lanau hingga penyaringan agregat sesuai dengan ukuran maksimum butiran sampai dengan pengujian likuifaksi pada media tanah pasir, pasir berlanau (lanau 10%), dan pasir berlanau (lanau 20%) menggunakan alat Korinofaction dilakukan di tempat yang sama. Tahapan penelitian yang dilakukan secara umum meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. Persiapan alat Korinofaction, memastikan setiap komponennya berfungsi sebagaimana mestinya
- b. Penyediaan bahan yang terdiri dari :
 - Pasir (*sand*)
 - Lanau (*silt*)
- c. Pengolahan bahan yang digunakan dalam penelitian
- d. Pengujian menggunakan alat Korinofaction dengan media tanah pasir, pasir berlanau (kandungan lanau 10%), pasir berlanau (kandungan lanau 20%).



Gambar 1. Gambar Alat Korinofaction

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses terjadinya liquefaction pada 3 jenis sampel tanah

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada 3 jenis sampel tanah yaitu tanah pasir, pasir berlanau (kandungan lanau 10%), dan pada pasir berlanau (kandungan lanau 20%) diatas terlihat bahwa ketiga jenis tanah tersebut pada kondisi jenuh air dan pada saat yang bersamaan terjadi getaran/beban siklik perilaku tanah berubah, yang semula tanah dalam keadaan padat dan diam kemudian karena adanya getaran/beban siklik yang bekerja menyebabkan tekanan air pori tanah meningkat dan menjadi sebab berkurangnya tegangan efektif tanah yang pada titik terendahnya tegangan efektif tanah, perilaku tanah berubah menjadi cair seperti bubur dan bangunan diatas permukaan tanah tersebut amblas seperti seolah-olah ditelan oleh tanah.

B. Dengan intensitas gempa sebesar VII Modifield Mercally (MMI) yang terjadi pada media penelitian sebagai berikut :

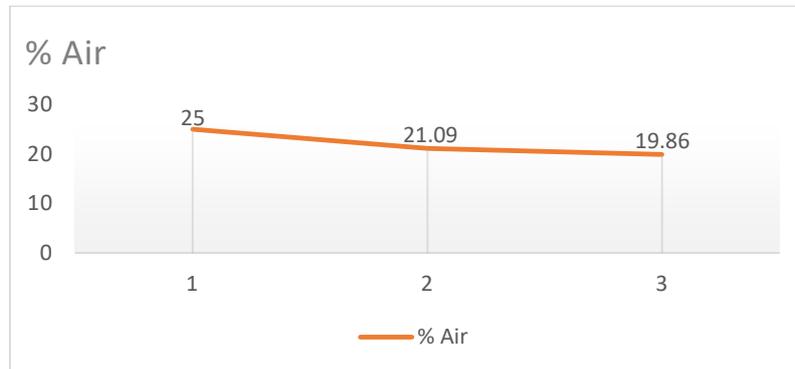
Ketiga media penelitian yaitu sampel tanah pasir, pasir berlanau (kadungan lanau 10%), dan pasir berlanau (kandungan lanau 20%) pada saat bekerjanya beban siklik dan pada saat sampel tanah dalam keadaan kering perilaku tanah cenderung tetap, perilaku tanah mulai terjadi perubahan ketika air mulai masuk ke dalam tanah, dengan getaran/beban siklik yang masih terus bekerja mengakibatkan meningkatnya tegangan air pori tanah dan menyebabkan menurunnya tegangan efektif tanah yang pada titik terendahnya tegangan efektif tanah, perilaku tanah berubah dari semula padat menjadi cair seperti bubur. Hal inilah yang disebut peristiwa likuifaksi.

C. Prosentase kandungan air pada media tanah yang menyebabkan terjadinya likuifaksi

Air merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya peristiwa likuifaksi, air yang berlebih menyebabkan kondisi tanah menjadi jenuh terhadap air dan ketika terjadi getaran/beban siklik akibat gempa bumi tegangan air pori pada tanah akan meningkat, dan menyebabkan berkurangnya tegangan efektif tanah sampai pada titik terendahnya tanah menjadi cair. Berikut adalah prosentase kandungan air dalam tanah pada 3 jenis sampel tanah yang telah dilakukan pengujian analisa potensi likuifaksi dengan menggunakan alat Korinofaction.

Tabel 1. Prosentase kadar air dalam tanah

Percobaan	Tanah	%Air
1	Pasir	25
2	Pasir berlanau (10% lanau)	21,9
3	Pasir berlanau (20% lanau)	19,86



Gambar 2. Grafik prosentase kandungan air dalam tanah

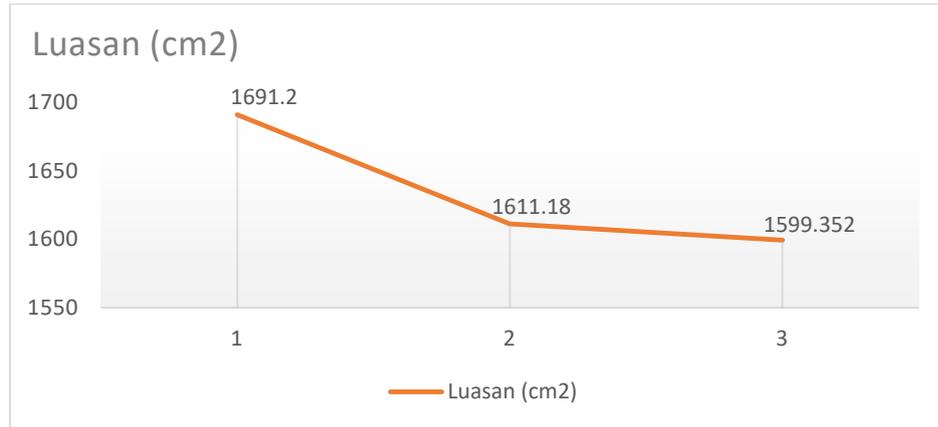
Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan 3 jenis sampel tanah yang berbeda dapat dilihat bahwa prosentase kandungan air dalam tanah yang menyebabkan terjadinya likuifaksi terbesar terdapat pada jenis tanah pasir.

D. Luas area terjadinya likuifaksi

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh beberapa ahli dan berdasarkan fakta pada daerah terjadinya likuifaksi, tanah dengan karakteristik berpasir adalah dimana peristiwa likuifaksi dapat terjadi, sebab pada tanah dengan jenis tersebut merupakan tanah tak berkoheesi yang memiliki rongga antar butiran yang relatif besar dan memiliki daya lekatan antar butiran yang sangat kecil atau bahkan tidak ada. Pada penelitian analisa potensi likuifaksi pada 3 jenis tanah yaitu tanah pasir, pasir berlanau (kandungan lanau 10%), dan pasir berlanau (kandungan lanau 20%) yang telah dilakukan, luasan area yang terjadi likuifaksi dari ketiga jenis sampel tanah tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Luasan area likuifaksi

No	Jenis Tanah	Luasan (cm ²)	% Luasan
1	Pasir	1691,2	88
2	Pasir Berlanau (lanau 10%)	1611,8	84,2
3	Pasir Berlanau (lanau 20%)	1599,352	83,5



Gambar 3. Luasan area likuifaksi

Berdasarkan hasil analisa pada luasan area likuifaksi, luas area terbesar dari dampak terjadinya likuifaksi terdapat pada jenis tanah pasir dengan kandungan lanau 0%, sedangkan luasan area terkecil terjadi pada sampel tanah pasir berlanau dengan kandungan lanau 20%. Pada tanah pasir mengalami likuifaksi dengan area terbesar disebabkan karena karakteristik pasir cenderung berongga, air mudah masuk dan mengisi rongga tersebut dan pada saat yang bersamaan terjadi gempa bumi/bekerjanya beban siklik tekanan air pori yang mengisi rongga sela-sela pasir meningkat kemudia menyebabkan tegangan efektif pasir berkurang hingga pada titik terendahnya perilaku pasir berubah menjadi cair, sedangkan pada tanah pasir berlanau dengan kandungan lanau sebesar 20% terjadi likuifaksi dengan luas area terkecil dikarenakan rongga pada pasir terisi oleh lanau sehingga air menjadi sulit untuk masuk, dan lanau sendiri memiliki daya lekat antar butiran yang menyebabkan tanah menjadi solid.

E. Kedalaman area likuifaksi

Berubahnya perilaku tanah yang semula dari padat menjadi cair dapat menghancurkan bangunan yang ada di atasnya, sebab ketika tanah menjadi cair bangunan di atas tanah tersebut akan mengalami penurunan, dan akibat dari penurunan tanah tersebut bangunan yang berada di atasnya menjadi rusak atau bahkan roboh. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada ketiga jenis sampel tanah diatas, dari masing-masing jenis tanah memiliki kedalaman likuifaksi yang berbeda-beda. Data kedalaman likuifaksi pada 3 jenis sampel tanah yaitu tanah pasir, pasir berlanau (kandungan lanau 10%), pasir berlanau (kandungan lanau 20%) disajikan dalam tabel 4.4 dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. Kedalaman likuifaksi

No	Jenis Tanah	Kedalaman sample tanah	Kedalaman Liquefaction	
			Kanan (cm)	Kiri (cm)
1	Pasir	± 15 cm	4	5
2	Pasir berlanau (lanau 10%)	± 15 cm	6	7
3	Pasir berlanau (lanau 20%)	± 17 cm	9	7

Dari hasil analisa potensi likuifaksi pada tanah pasir, pasir berlanau (kandungan lanau 10%), dan pasir berlanau (kandungan lanau 20%) terlihat bahwa pada tanah pasir berlanau dengan kandungan lanau 20% memiliki kedalaman likuifaksi sebesar 9cm di bagian kanan dan 7cm pada bagian kiri, yang artinya bahwa semakin banya prosentase kandungan lanau dalam pasir maka semakin tinggi kedalaman likuifaksi, hal tersebut disebabkan karena lanau memiliki sifat kembang susut tinggi sehingga semakin tinggi kandungan lanau maka penurunan yang terjadi akan semakin besar pula.

V. KESIMPULAN

Analisa pembahasan dalam BAB IV menjadi hal terpenting dalam menjawab tujuan Tugas Akhir serta juga menjadi langkah untuk mendapatkan kesimpulan dari penyusunan laporan Tugas Akhir. Berdasarkan tujuan yang hendak dicapai, maka kesimpulan yang didapat dari pembahasan yang telah disusun antara lain sebagai berikut:

1. Proses terjadinya likuifaksi pada 3 jenis sampel tanah

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada 3 jenis sampel tanah yaitu tanah pasir, pasir berlanau (kandungan lanau 10%), dan pada pasir berlanau (kandungan lanau 20%) terlihat bahwa ketiga jenis tanah tersebut pada kondisi jenuh air dan pada saat yang bersamaan terjadi getaran/beban siklik, perilaku tanah berubah. Tanah yang semula dalam keadaan padat dan diam, kemudian karena adanya getaran/beban siklik yang bekerja menyebabkan tekanan air pori tanah meningkat dan menjadi sebab berkurangnya tegangan efektif tanah. Pada titik terendah tegangan efektif tanah, perilaku tanah berubah menjadi cair seperti bubur dan bangunan diatas permukaan tanah tersebut amblas seperti seolah-olah ditelan oleh tanah.

2. Dengan intensitas gempa sebesar VIII Modified Mercally (MMI) yang terjadi pada media penelitian sebagai berikut :

Dari hasil analisa, pada ketiga jenis sampel tanah terjadi perubahan perilaku tanah dari semula dalam keadaan padat berubah menjadi cair ketika getaran/beban siklik bekerja dengan intensitas gempa sebesar VIII Modified Mercally (MMI).

3. Prosentase kandungan air pada media tanah yang menyebabkan terjadinya likuifaksi

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan 3 jenis sampel tanah yang berbeda dapat dilihat bahwa prosentase kandungan air dalam tanah yang menyebabkan terjadinya likuifaksi terbesar terdapat pada jenis tanah pasir dengan kandungan lanau 0%.

4. Luas area terjadinya likuifaksi

Berdasarkan hasil analisa pada luasan area likuifaksi, luas area terbesar dari dampak terjadinya likuifaksi terdapat pada jenis tanah pasir dengan kandungan lanau 0%, sedangkan luasan area terkecil terjadi pada sampel tanah pasir berlanau dengan kandungan lanau 20%.

5. Kedalaman area likuifaksi

Dari hasil analisa potensi likuifaksi pada tanah pasir, pasir berlanau (kandungan lanau 10%), dan pasir berlanau (kandungan lanau 20%) terlihat bahwa pada tanah pasir berlanau dengan kandungan lanau 20% memiliki kedalaman likuifaksi sebesar 9cm di bagian kanan dan 7cm pada bagian kiri, yang artinya bahwa semakin banya prosentase kandungan lanau dalam pasir maka semakin tinggi kedalaman likuifaksi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian Tugas Akhir ini. Terimakasih kepada dosen Pembimbing I, Bpk Dr. Ir. H. Soedarsono, M.Si, dan dosen pembimbing ke-II Bpk Ari Sentani, ST., M.Sc, yang telah membimbing kami dari awal sampai dengan penelitian Tugas Akhir ini bisa selesai, terimakasih kepada semua dosen fakultas teknik prodi teknik sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmu kepada kami, terimakasih kepada kedua orang tua dan kakak yang tak pernah henti memberikan semangat dan segala sesuatu yang kami perlukan dalam mengenyam pendidikan hingga sampai pada detik ini, dengan selesainya Tugas Akhir ini dan dengan gelar sarjana strata S1 Teknik Sipil ini semoga bisa membalas keringat dan air mata kalian, dan tidak lupa kepada teman-teman semua serta seseorang yang selalu memberi semangat dan dukungannya tanpa henti dan tanpa kenal lelah, terimakasih atas semuanya.

DAFTAR PUSTAKA (References)

- [1] Arief R. B., Soedarsono, *Prediksi Amblesan Tanah (Land Subsidence) Pada Dataran Aluvial di Semarang Bagian Bawah*, Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan – UNISSULA Semarang, 2009.
- [2] Bunawan R., Sentosa G. S, *Karakter Nilai Indeks Kompresi Sekunder Untuk Tanah Dengan Kandungan Lanau Lebih Dari 50%*, Jurnal Mitra Teknik Sipil, 2019
- [3] Das B. M, *Mekanika Tanah (Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, 1 dan 2, Terjemahan, Erlangga, Jakarta, 1998
- [4] Haerdiyatmo, H. C, *Mekanika Tanah II*, Gajahmada University Press, Yogyakarta, 2007
- [5] Hanafing T., Rias L. O. A, *Metode Numerikal Analisis Potensi Likuifaksi Tanah Pasir Berdasarkan Data Tanah Cone Penetration Test (CPT)*, ST. tugas akhir, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, 2017

- [6] Immanuel J., Mukarim C. A, *Analisis Service Live Terhadap Berbagai Jenis Material Reklamasi Diatas Tanah Lunak*, Jurnal Mitra Teknik Sipil, 2019.
- [7] Iqbal P., et al, *Fasies Sedimen Kuarter Berpotensi Likuifaksi Pesisir Kota Padang, Profinsi Sumatra Barat berdasarkan data inti bor dan CPTu*, Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi, 2014.
- [8] Jorgi R. B. S., Sofian R, *Hubungan Grain Size Pasir Terhadap Kerentanan Likuifaksi (Pemodelan Skala Laboratorium)*, Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik UNISSULA, Semarang, 2019
- [9] L. D. Wesley, *Mekanika Tanah*, CV. ANDI OFFSET (Penerbit ANDI, Anggota IKPI) Jl. Beo 38-40, Yogyakarta 55281, 2017.
- [10] Lokananta R. D., Susilo A, *Analisa Daya Dukung Tiang Aksial Dengan Mempertimbangkan Potensi Likuifaksi*, Jurnal Mitra Teknik Sipil, 2018.
- [11] Mangunpraja D. M, *Analisa Perbaikan Tanah Sebagai Bentuk Mitigasi Bencana Likuifaksi Yang Dapat Diaplikasikan Masyarakat di Palu*, Jurnal Mitra Teknik Sipil, 2019.
- [12] Muntohar A. S, *Mikro-Zonasi Potensi Likuifaksi dan Penurunan Tanah Akibat Gempa Bumi*, Universitas Muhammadiyah, Yogyakarta, 2010.
- [13] Nakazawa K., Sosrodarsono, *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*, Cet. 7, PT PRADNYA PARAMITA, Jakarta, 2000.
- [14] Pranama I. M. W, *Analisa Potensi Likuifaksi Dengan Data SPT dan CPT, (Studi kasus : Kawasan Benoa, Denpasar)*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Udayana, 2015.
- [15] Pratikso, *MEKANIKA TANAH I*, UNISSULA Press, Semarang, 2017.
- [16] Prawirodikromo W, *Seismiligi Teknik & Rekayasa Kegempaan*, Pustaka Pelajar (Anggota IKPI) Celeban Timur UH III/548 Yogyakarta 55167, 2012.
- [17] Ramadhan A, *Analisis Penggunaan Stone Column Pada Daerah Berpotensi Likuifaksi (Studi Kasus : Prosek Airstrip Tanjung Ulie, Halmahera, Maluku Utara)*, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, ITB Bandung, 2011.
- [18] Saprani A., Triatmojo A, *Analisa Potensi Likuifaksi Kota Palu Menggunakan Program Geostudio 2012*. Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik UNISSULA, Semarang, 2019.
- [19] Tandirerung R, *Kajian Potensi Likuifaksi di Daerah Pantai Pandasimo, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta*, Kementrian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 2017.
- [20] Tini et al, *Analisa Potensi Likuifaksi Akibat Gempa bumi Menggunakan Metode SPT dan CPT di Kabupaten Bantul, Yogyakarta*, 2017.