POTENSI LIKUIFAKSI TANAH PASIR DIATAS TANAH LUNAK DENGAN VARIASI JENIS TANAH LUNAK MELALUI UJI MODEL LABORATORIUM

Erik Azarya Ginting[(1)], Agus Ika Putra[(2)] Soewignjo Agus Nugroho[(3)]
[1]Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau, Jl. Subrantas KM 12.5 Pekanbaru 28293
Email: erik.azarya@student.unri.ac.id
[2] Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau, Jl. SubrantasKM 12.5 Pekanbaru 28293
Email: agusip@eng.unri.ac.id
[3] Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau, Jl. SubrantasKM 12.5 Pekanbaru 28293
Email: nugroho.sa@eng.unri.ac.id

Abstract

In each region has a different type of soft soil, for example peat soils, soft silt soils and soft clay. Pekanbaru, the capital of Riau Province, located on the island of Sumatra where the island of Sumatra itself is an area that has a high intensity earthquake because it is located in the ring of fire. One of the earthquake impact is liquefaction. Liquefaction is a phenomenon in which the strength and stiffness of soil is reduced due to an earthquake or other earth movement. This is a process of changing the nature of the soil from solid state to a liquid state. The aim of this research to figure out the influence of soft soil variation as the native layer of sand embankment and acceleration of vibration against increase of pore water pressure and soil settlement. This research was conducted by laboratory model test using shaking table. Variations of soft soil under sand embankment used are peat soil, soft silt soil and soft clay respectively 10 cm thick and given a uniform load of 40kg / m2. Water level elevation as thick as the sand layer of each variation. The test results showed that silt soil has the largest soil settlement and pore water increase. Silt soil variation tends to require a short period to reach maximum soil sttlement during liquefaction. As the acceleration of vibration increase caused larger soil settlement and pore water pressure, but it required faster time for pore water pressure to stable.

Keyword: Liquefaction, shaking table, peat,silt,clay,embankment

A. PENDAHULUAN

Likuifaksi adalah fenomena di mana kekuatan dan kekakuan tanah berkurang dikarenakan gempa atau pergerakan tanah lainnya. Hal ini merupakan suatu proses atau kejadian berubah nya sifat tanah dari keadaan padat menjadi keadaan cair, yang disebabkan oleh beban siklik, yaitu pembebanan berulang seperti tekanan berulang yang teratur pada suatu bagian yang terkadang menyebabkan fraktur kelelahan (*fatigue)* pada waktu terjadi gempa sehingga tekanan air pori (*porewater*) meningkat mendekati atau melampaui Kejadian gempa yang pernah dirasakan di wilayah Riau khususnya Pekanbaru ialah gempa yang terjadi di wilayaH Sumatra Barat yang berpusat di laut Pariaman Sumatra Barat. Berdasarkan data BMKG Pekanbaru gempa ini memiliki kekuatan 7,6 *skalarichter*, terjadi pada tanggal 30 September 2009, gempa ini berada di dasar laut dengan kedalaman 71 kilometer yang berjarak 57 kilometer arah Barat Daya kota Pariaman, Sumatra Barat.

Penelitian mengenai likuifaksi pertama kali mulai benar-benar didalami oleh para insinyur semenjak peristiwa

gempa yang menghancurkan kota pelabuhan Niigata bersamaan dengan gempa Alaska 1964. Prefektur Niigata mengalami gempa besar yang terjadi pada tanggal 16 Juni 1964 dengan kekuatan 7,5 skala Richter (Wikipedia.org).

Vaiddan Thomas (1995) menguji tanah pasir jenuh di dalam triaksial. Perilaku tanah pasir tersebut di dalam alat uji triaksial sangat kontraktif pada kepadatan relative sampai dengan 60%. Pada beban monotonik di ikuti peristiwa kondisi pembebanan static sangat kontraktif. Perilaku tanah pasir setelah likuifaksi menunjukkan kekakuan yang meningkat dengan tidak mempertimbangkan kepadatan relative ataupun tegangan efektif sebelum pembebanan siklik.
RifaIkhsan (2011) menyimpulkan terjadinya likuifaksi tidak semata-mata dilihat dari nilai SPT atau tahanan ujung yang besar, namun juga bergantung pada gradasi butiran pada tanah tersebut yang dapat dilihat dari nilai Cu dan Cc. Nilai Cu dan Cc yang memiliki potensi likuifaksi yaitu $Cu<15$ dan $Cc\leq1$, $Cc \geq 3$

Di Provinsi Riau, khususnya kota Pekanbaru, bangunan umumnya didirikan di atas tanah lunak yang ditimbun pasir. Di setiap daerah memiliki jenis tanah lunak yang berbeda beda, ada pun itu contohnya ialah tanah gambut,tanah rawa dan lempung lunak. Oleh karena itu menjadi alasan penelitian ini untuk mengetahui perilaku dan bagaimana hubungan antara variasi-variasi tersebut sehingga dapat menimbulkan likuifaksi.

B. TINJAUAN PUSTAKA

1 Gempa Bumi

Indonesia terletak diantara tiga lempeng utama dunia, yaitu Lempeng Samudra Pasifik yang bergerak ke arah barat-barat laut dengan kecepatan sekitar 10 cm per tahun, Lempeng Samudra IndiaBenua Australia (Indo-Australia) yang bergerak ke arah utara-timur laut dengan kecepatan sekitar 7 cm per tahun, serta Lempeng Benua Eurasia yang relatif diam, namun resultan sistem kinematiknya menunjukkan gerakan ke arah barat daya dengan kecepatan mencapai 13 cm per tahun. [Badan Geologi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, 2009]. Gempa bumi yaitu suatu peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi di dalam bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi. Akumulasi energi penyebab terjadinya gempabumi dihasilkan dari pergerakan lempeng-lempeng tektonik. Energi yang dihasilkan dipancarkan kesegala arah berupa gelombang gempabumi sehingga efeknya dapat dirasakan sampai ke permukaan bumi (Badan Meteorolog, Klimatologi dan Geofisika).

Gempa bumi yang terjadi sebagian besar berasal dari kegiatan tektonik, yaitu mencakup 90% dari seluruh kegiatan gempa bumi. Gempa bumi ini berhubungan langsung dengan kegiatan lempeng tektonik yang terus berlangsung berhubungan dengan proses pembentukan gunung-gunung, patahan-patahan (faults) dan tarikan atau tegangan dari pergerakan lempeng-lempeng batuan penyusun kerak bumi.

Banyaknya gempa yang terjadi diakibatkan tataan geografi Indonesia yang berada dalam pertemuan sejumlah lempeng tektonik besar yang aktif bergerak dimana setiap pergerakan lempeng berpotensi mengakibatkan gempa bumi. Tataan geologi wilayah Indonesia saat ini terjadi sebagai akibat interaksi 3 lempeng utama dunia, yaitu Lempeng Samudra

Pasifik yang bergerak ke arah barat-baratlaut dengan kecepatan sekitar 10 cm per tahun, Lempeng Samudra India-Benua Australia (Indo-Australia) yang bergerak ke utara-timurlaut dengan kecepatan sekitar 7 cm per tahun, serta Lempeng Benua Eurasia yang relatif diam, namun *resultante* sistem kinematiknya menunjukkan gerakan ke arah baratdaya

dengan kecepatan mencapai 13 cm per tahun. Hasil interaksi lempeng-lempeng tersebut menyebabkan terjadinya berbagai peristiwa geologi, salah satunya kegiatan magmatik dan terbentuknya zona-zona kegempaan dengan intensitas tinggi. Selain dikarenakan pergerakan antar lempeng, terjadinya gempa juga berkaitan dengan keberadaan sesar aktif yang membentang di beberapa wilayah, di antaranya sesar Sumatera, sesar Palu, sesar di Papua, atau sesar yang lebih kecil seperti sesar Cimandiri, Jawa Barat. (Tim Komunikasi ESDM)Lempeng Australia bertumbukan dengan busur kepulauan di sepanjang tepi benua dari tepian selatan Timor Timur hingga ke timur dan melingkar berlawanan arah jarum jam di Lauran Banda. Lempeng Pasifik bergerak dengan kecepatan 120 mm/tahun kearah barat daya dan bertumbukan dengan tepian utara dari Pulai Papua Nugini – Irian Jaya dan terus ke arah barat sampai ke daerah tepian timur sulawesi.

2 Tanah

Tanah adalah batuan yang melapuk dan mengalami proses pembentukan lanjutan. Tabuh tanah terbentuk dari campuran bahan organuk dan mineral. Tanah non organik atau tanah mineral terbentuk dari batuan sehingga ia mengandung mineral. Sebaliknya tanah organik terbentuk utama lahan gambut dan kelak dapat menjadi batu bara.

Tanah organik cenderung memiliki tingkat keasaman yang tinggi karena mengandung beberapa asam organik hasil dekomposisi berbagai bahan organik. Kelompok tanah ini biasanya miskin mineral, pasokan mineral berasal dari aliran air atau hasil dekomposisi jaringan makhluk hidup. Tanah non-organik didominasi oleh mineral. Mineral ini membentuk partikel pembentuk tanah. Tekstur tanah demikian ditentukan oleh komposisi tiga partikel pembentuk tanah : pasir, lanau, dan lempung.

2.1 Tanah Gambut

Tanah adalah batuan yang melapuk dan mengalami proses pembentukan lanjutan. Tabuh tanah terbentuk dari campuran bahan organuk dan mineral. Tanah non organik atau tanah mineral terbentuk dari batuan sehingga ia mengandung mineral. Sebaliknya tanah organik terbentuk utama lahan gambut dan kelak dapat menjadi batu bara.

Tanah organik cenderung memiliki tingkat keasaman yang tinggi karena mengandung beberapa asam organik hasil dekomposisi berbagai bahan organik. Kelompok tanah ini biasanya miskin mineral, pasokan mineral berasal dari aliran air atau hasil dekomposisi jaringan makhluk hidup. Tanah non-organik didominasi oleh mineral. Mineral ini membentuk partikel pembentuk tanah. Tekstur tanah demikian ditentukan oleh komposisi tiga partikel pembentuk tanah : pasir, lanau, dan lempung.

2.2 Tanah Lanau

Lanau adalah bahan yang merupakan peralihan antara lempung dan pasir halus. Kurang *plastis* dan lebih mudah ditembus air daripada lempung dan memperlihatkan sifat dilatansi yang tidak terdapat pada lempung. Dilatansi adalah sifat yang menunjukkan gejala perubahan isi apabila lanau itu dirubah bentuknya. Lanau akan menunjukkan gerala untuk menjadi *quick* (hidup) apabila diguncang atau digetarkan (Ade Prima,2005). Lanau adalah material yang butiran-butirannya lolos saringan no.200. Tanah jenis lanau ini menjadi 2 kategori, yaitu lanau yang dikarakteristikan sebagai tepung batu yang tidak berkohesi dan tidak plastis, dan lanau yang bersifat plastis. Sifat-sifat teknis lanau tepung batu lebih mendekati sifat pasir halus. Lanau umumnya banyak mengandung air dan berkonsistensi lunak. Tanah ini merepotkan bila digali, karena akan selalu longsor. Jika berfungsi sebagai pendukung pondasi, lanau merupakan tanah pendukung yang lemah dengan kapilaritas tinggi. Tanah ini biasanya tidak

plastis dan kuat gesernya rendah bila kering. Pondasi yang terletak pada tanah lanau harus dirancang dengan sangat hati-hati.

2.3 Tanah Lempung

Tanah lempung dan mineral lempung adalah tanah dengan partikel mineral tertentu. Tanah lempung memiliki sifat plastis bila di campurkan dengan air (Grim, 1953). Partikel tanah ini berukuran lebih kecil dari 2 mikron. Untuk menentukan jenis lempung tidak hanya dengan melihat dari ukuran butiran nya saja tetapi harus diketahui mineral yang terkandung didalamnya. ASTM D-653 memberikan batasan bahwa secara fisik ukuran lempung adalah partikel yang berukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 mm

Tanah lempung merupakan tanah yang sebagian besar butirannya terdiri dari ukuran mikrokopis sampai dengan sub mikrokopis, bersifat sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Pada kadar air lebih tinggi lempung bersifat lengket dan sangat lunak (Das, 1985).

Sifat sifat dari tanah lempung (Hardiyatmo, 1999) adalah sebagai berikut

1. Ukuran butiran halus, kurang dari 0,002 mm
2. Permeabilitas rendah
3. Kenaikan air kapiler tinggi
4. Bersifat sangat kohesif
5. Kadar kembang susut yang tinggi
6. Proses konsolidasi yang lambat

2.4 Tanah Pasir

Pasir tebentuk dari hasil proses rombakan batuan, sedimen, dan metamorf oleh alam yang kemudian diangkut oleh air dan diendapkan di suatu tempat yang lebih rendah seperti hilir sungai, daratan, cekungan, danau, pantai dan sebagainya. Ukuran pasir beragam mulai dari kasar hingga halus tergantung jaraknya terhadap sumber batuan. Tanah pasir mudah mengalirkan air dikarenakan kandungan lempung, abu, dan zat hara pada tanah pasir sangat minim. Sebaliknya, kemampuan tanah pasir menyimpan air sangat rendah yaitu berkisar antara 1,6 – 3 persen dari total air yang tersedia.

Berdasarkan ketersediaannya, pasir dibedakan menjadi 2 macam yaitu pasir sungai dan pasir darat (purba). Pada umumnya pasir bercampur dengan lumpur atau lempung terutama pasir aluvium. Mutu pasir dianggap baik apabila kadar lempungnya sedikit atau bahkan tidak ada sama sekali. Sifat fisik pasir darat antara lain memiliki struktur butir tunggal yang terdiri dari campuran butir-butir primer yang besar tanpa adanya bahan pengikat agregat. Ukuran butiran pasir adalah berkisar antara 0,002 mm – 2,0 mm. Tekstur tanah pasir adalah kasar, karena tanah pasir mengandung lebih dari 60% pasir dan memiliki kandungan lempung kurang dari 2%. Partikel-partikel pasir memiliki ukuran yang lebih besar dan luas permukaan yang kecil. Tanah pasir bersifat mudah mengalirkan atau merembeskan air dikarenakan porositas tanah pasir yang dapat mencapai lebih dari 50% dengan jumlah pori-pori mikro.

Pasir digolongkan ke dalam pasir halus jika diameter butirannya antara 0,074-0,42 mm, pasir sedang diameter butirannya antara 0,42-2 mm, dan yang digolongkan dalam pasir kasar jika diameter butirannya antara 2-4,76 mm. Sudut gesek dalam (ϕ') pasir dipengaruhi oleh kerapatan relatif, yang mana nilai ϕ berkisar antara 28^o sampai 45^o (pada umumnya diambil sekitar 30^o-40^o).

3. Likuifaksi

Likuifaksi merupakan fenomena hilangnya kekuatan lapisan tanah akibat getaran. Getaran yang dimaksud dapat berupa getaran yang berasal dari gempa bumi maupun berasal dari pembebanan cepat lainnya. Ketika mengalami getaran tersebut sifat lapisan tanah berubah menjadi seperti cairan sehingga tidak

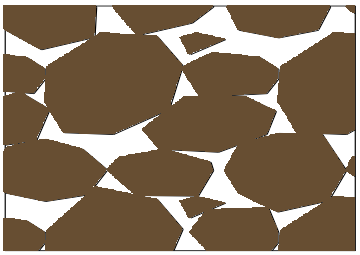
mampu menopang beban bangunan yang ada diatas nya.

Penggetaran pada tanah yang paling sering memicu peningkatan tegangan air pori adalah penggetaran yang berasal dari gempa bumi, tetapi aktivitas yang berkaitan konstruksi seperti peledakan dapat juga menyebabkan peningkatan tegangan air pori tersebut. Tanaka *et al,* (1991) menjelaskan bahwa bahaya likuifaksi ini dapat ditanggulangi dengan dua teknik yaitu memperbaiki sifat-sifat tanah dan memperbaiki kondisi yang berkaitan dengan tegangan, deformasi, dan tekanan air pori.

Likuifaksi biasanya terjadi pada tanah yang jenuh air, dimana seluruh rongga-rongga dari tanah tersebut dipenuhi oleh air. Pada saat mengalami getaran, air ini memberikan kepadatan dari tanah tersebut. Tanah yang mengalami likuifaksi juga tekanannya lebih tinggi pada dinding penahan yang dapat menyebabkan stuktur tersebut menjadi miring atau geser. Gerakan ini dapat menyebabkan penurunan tanah (settlement) dan kerusakan stuktur pada permukaan tanah.

Seed et al.,1975, dikutip dari Amirulmukminin (2008 : 4) bahwa untuk menganalisis kemungkinan terjadi likuifaksi diasumsikan bahwa selama berlangsungnya getaran gempa belum terjadi dissipasi yang berarti, dengan perkataan lain belum terjadi redistribusi tekanan air pori pada masa tanah.Akibat beban *siklik*, tanah mengalami tekanan sebelum air sempat keluar meninggalkan pori.Hal ini menyebabkan tekanan air pori meningkat, sebaliknya tegangan efektif berkurang dan dengan demikian kekuatan geser juga berkurang.

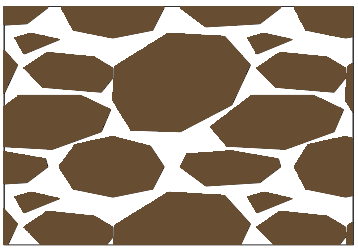
Mekanisme Terjadinya Likuifaksi Seed et al.,1975, dikutip dari Amirulmukminin (2008:4) bahwa untuk menganalisis kemungkinan terjadi likuifaksi diasumsikan bahwa selama berlangsung nya getaran gempa belum terjadi dissipasi yang berarti, dengan perkataan lain belum terjadi redistribusi tekanan air pori pada masa tanah. Akibat beban *siklik*, tanah mengalami tekanan sebelum air sempat keluar meninggalkan pori.Hal ini menyebabkan tekanan air pori meningkat, sebaliknya tegangan efektif berkurang dan dengan demikian kekuatan geser juga berkurang. Perubahan sifat *solid* ke sifat *liquid* yang terjadi. Pada pasir jenuh air ini diakibatkan oleh peningkatan tekanan air pori dan pengurangan tegangan efektif.



Gambar 1

Pada (a) dapat dilihat bahwa kondisi tanah terdapat rongga antar partikel tanah yang terisi air. Pada kondisi normal, tekanan air yang dimiliki oleh air relatif rendah sehingga tanah masih memiliki kemampuan untuk menopang beban diatasnya.

Saat menerima tekanan dari getaran secara tiba-tiba, tekanan air pori akan meningkat karena air mendesak partikel tanah untuk mencari jalan keluar. Pada saat terjadi gempa, air tidak memiliki cukup waktu untuk berdisipasi keluar dari tanah melalui rongga-rongga tanah, sehingga air mendorong partikel-partikel tanah dan menyebabkan kontak antar partikel tanah hilang dan partikel-partikel tanah saling menjauh (b).



Gambar 2

Pada (b)dapat dilihat bahwa kondisi tanah mengalami getaran, sebagian besar beban dipikul oleh air sehingga beban yang dipikul oleh tanah menjadi tidak stabil. Kondisi dapat dianalogikan seperti beban kapal yang mengapung di atas air. Apabila air tidak mampu memikul beban kapal tersebut,maka kapal akan tenggelam ke dalam air.

Tokimatsu (1979) melakukan penelitian mengenai potensi likuifaksi dengan mengamati perilaku peningkatan tegangan air pori pada tanah pasir akibat pembebanan dinamik. Penurunan tegangan air pori yang lamban mengindikasikan bahwa likuifaksi dapat terjadi. Beberapa kelebihan yang diperoleh pada pengujian shaking table adalah :

1. Kotak tempat sampel tanah terbuat dari kaca tebal atau *flexiglass* sehingga semua proses dan fase tegangan selama pengujian dapat dilihat dan dibaca.
2. Memungkinkan adanya suatu sampel pasir jenuh air yang homogen dalam jumlah besar, sehingga lebih mendekati keadaan yang sebenarnya dilapangan.
3. Pengaruh pemusatan tegangan dapat dibatasi dan hanya terjadi pada lokais yang relatif kecil, sehingga pengaruhnya dapat diabaikan.
4. Memungkinkan untuk dilengkapi dengan alat-alat pencatat *(transducer)* yang memadai, sehingga distribusi tegangan air pori yang terjadi selama pengujian dan setelah pengujian dapat diamati dan dicatat dengan teliti.
5. Penentuan tebal atau tinggi sampel, dari pengujian *shaking table* terdahulu yang dilaksanakan oleh para ahli geoteknik dengan menggunakan sampel yang tidak sama.

C. METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bak uji yang dipasang diatas meja getar satu arah dengan ukuran bak,panjang 100 cm, lebar 50 cm, dan tinggi 50 cm. Bak pengujian dibuat menggunakan bahan acrylic dengan ketebalan 0,5 cm.

Gambar 3. Bak Uji

Meja ini menggunakan bahan dasar baja sebagai rangka utama nya, saling dihubungkan dengan sambungan las dan baut. Meja ini digerakkan menggunakan mesin induksi 220v/50Hz yang dihubungkan dengan 3 buah *pulley* dan terhubung dengan bandul yang sejajar

Gambar 4. Meja Getar

Beban yang digunakan bervariasi sesuai pemodelan, beban pengujian diletakkan di atas papan multipleks sebagai lantai kerja suatu bangunan, pada pengujian ini menggunakan beban sebesar 20 kg untuk luas 0.5 m2

Gambar 5. Beban Pengujian

Sampel tanah gambut yang digunakan berasal dari daerah Rimbo

Panjang kabupaten Kampar. Sampel ini berupa tanah Gambut terganggu yang pengambilan sampel nya menggunakan mobil pick up dan dimasukkan ke dalam kotak *styrofoam.*

Gambar 6. Tanah Gambut

Tanah lempung yang digunakan diambil daridaerah Muara Fajar di Sekitar proyek pembangunan jalan tol trans Sumatra, sampel tanah di ambil dan dimasukkan kedalam pick up dan kemudian dibawa ke laboratorium.

Gambar 7. Tanah Lempung

Tanah lanau yang digunakan diambil dari daerah Siak Sri Indrapura.

Gambar 8. Tanah Lanau

Tanah pasir yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir bersih yang berasal dari Sungai Kampar. Sampel tanah pasir yang dipakai berupa pasir sedang yang lolos saringan nomor 10 dan tertahan saringan nomor 20.

Gambar 9 Tanah Pasir

Langkah-langkah pengujian pemodelan laboratorium menggunakan meja getar satu arah antara lain sebagai berikut :

1. Sebelum pengujian dilakukan, pengujian quality control dilakukan terlebih dahulu. Beberapa parameter yang diperoleh dari hasil pengujian antara lain kadar air, berat volume dan specific gravity. Data tersebut digunakan untuk mencari kebutuhan air untuk menjenuhkan sampel tanah gambut.
2. Pengujian ini dimulai dengan mengisi bak uji dengan tanah gambut,lanau dan lempung yang kemudian dijenuhkan dengan menggunakan air.
3. Bak kemudian diisi dengan tanah pasir .
4. Pipa kaca diletakkan sedalam setengah kedalaman timbunan masing-masing variasi dari permukaan tanah timbun.
5. Beban merata sebesar 40 kg/m^2 kemudian diletakkan di atas lapisan pasir.
6. Pengujian dimulai dengan memutar *pulley* menggunakan mesin induksi kapasitas 220V 50Hz.
7. Pengamatan dilakukan secara manual, baik pembacaan ketinggian air pori,

maupun pembacaan penurunan muka tanah.

8. Pengujian dilakukan selama 120 detik dengan pembacaan ketinggian air pori dan pembacaan penurunan muka tanah dilakukan setiap 5 detik.
9. Tanah gambut,lanau dan lempung yang selesai diuji kemudian disimpan didalam kotak styrofoam untuk pengujian selanjutnya.

Data hasil pengujian laboratorium berupa karakteristik dan sifat fisik tanah, pembacaan tekanan air pori dan penurunan muka tanah disusun dalam bentuk tabel dan grafik agar mempermudah dalam menganalisa data untuk kemudian diambil suatu kesimpulan. Potensi likuifaksi dievaluasi berdasarkan hasil pembacaan penurunan muka tanah dan kenaikan air pori.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Karakteristik Tanah

1.1 Hasil Pengujian Tanah Pasir

Tanah pasir yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah yang telah digunakan sebelumnya pada penelitian Rudy Suryadi (2016) tentang Pengaruh Beban Vertikal Terhadap Daya Dukung Lateral Fondasi Tiang. Hasil analisa ukuran butiran metode mekanik pada penelitian tersebut ditunjukkan pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil pengujian karateristik tanah pasir

Pengujian	Nilai
Kadar Air (w)	0,071 %
Berat Jenis (Gs)	2,649
D10	0,190 mm
D30	0,324 mm
D60	0,563 mm
Coefficient of uniform (Cu)	2,96
Coefficient of curvature (Cc)	0,98

(Sumber: Rudy Suryadi, 2016)

Berdasarkan nilai Cu dan Cc yang didapat dari hasil pengujian, maka klasifikasi tanah berdasarkan ASTM D2487 termasuk dalam klasifikasi pasir dengan pembagian ukuran butiran buruk atau *Poorly Graded Sand* (SP).

1.2 Hasil Pengujian Tanah Gambut

Pada penelitian ini tanah gambut yang digunakan berasal dari daerah Rimbo Panjang kabupaten Kampar, Riau. Hasil uji karakteristik tanah gambut asli dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

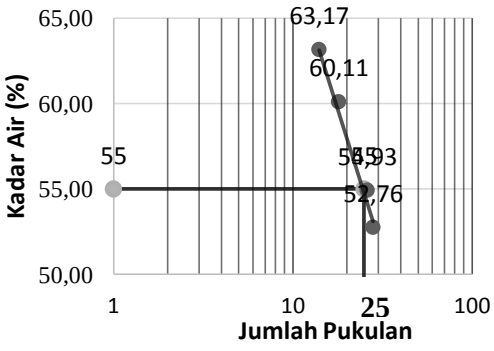
Tabel 2. Hasil pengujian karakteristik tanah gambut

Karakteristik Tanah	Satuan	Hasil	Keterangan
Kadar Air, w	gr/cm^3	442,933	*Moderate*
Berat Volume Basah, γ_b	kN/m^3	1,011	
Berat Jenis, Gs	-	1,48	
Kadar Abu, Ac	%	0,797	*Low ash*
Kadar Organik, Oc	%	99,203	
Kadar Serat	%	1,183	*Sapric*

(Sumber: Hasil pengujian, 2017)

Tanah gambut diklasifikasikan mengacu pada ASTM D 4427-92 berdasarkan beberapa karakteristik seperti kadar abu, kadar serat dan kadar organik. Berdasarkan tabel di atas, tanah gambut yang digunakan pada penelitian ini tergolong gambut *Sapric low ash* (kadar abu rendah).

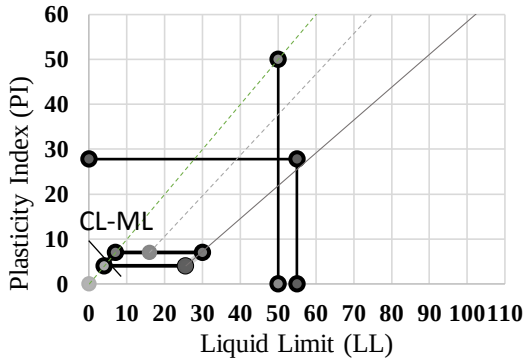
1.3 Hasil Pengujian Tanah Lanau



Gambar 10 Grafik Batas Cair tanah Lempung

Berdasarkan Gambar 10 diperoleh nilai batas cair (*liquid limit)* sebesar 55%.

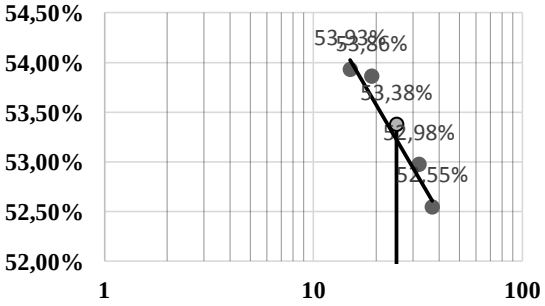
Dari pengujian batas plastis *(plastis limit)* diperoleh nilai batas plastis nya sebesar 27,19%. Nilai indeks plastis *(plasticity indeks)* sebesar 27,81% . nilai indeks plastis merupakan selisih antara nilai batas cair dikurangi nilai batas plastis nya



Gambar 11 Jenis klasifikasi Tanah Menurut USCS

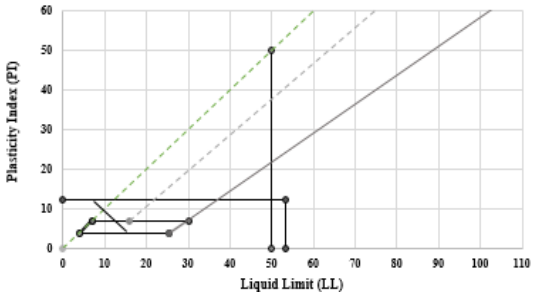
Pada Gambar1 ,sistem klasifikasi USCS, secara umum tanah diklasifikasikan sebagai tanah Lempung tinggi (CH)

1.3 Hasil Pengujian Tanah Lanau



Gambar 12 Jenis klasifikasi Tanah Menurut USCS

Berdasarkan Gambar 11 diperoleh nilai batas cair (*liquid limit)* sebesar 53,38%. Dari pengujian batas plastis *(palstis limit)* diperoleh nilai batas plastis nya sebesar 40,94%. Nilai indeks plastis *(plasticity indeks)* sebesar 12,44%



Gambar 13 Jenis klasifikasi Tanah Menurut USCS

Pada gambar 12, sistem klasifikasi USCS, secara umum tanah diklasifikasikan sebagai Lanau (ML)

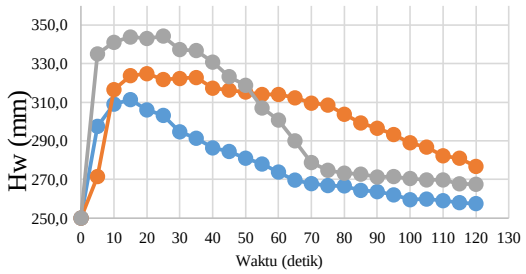
2. Hasil Uji Permodelan Likuifaksi menggunakan Meja Getar 1 Arah

Setelah melakukan pengujian karakteristik tanah pasir dan tanah gambut, pengujian yang dilakukan selanjutnya adalah pengujian menggunakan meja getar satu arah. Data-data hasil pengujian yang telah dilakukan di rekapitulasi dan di interpretasikan ke dalam bentuk tabel dan grafik.

2.1 Kenaikan Air Pori dan Penurunan Muka Tanah (Percepatan, a = 0,25g)

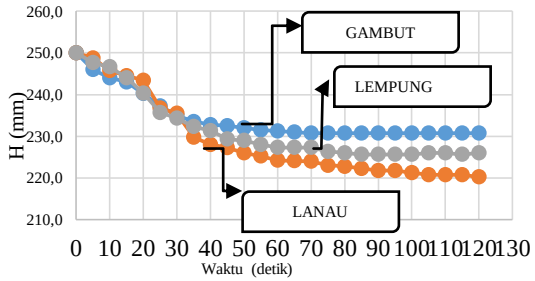
Gambar 14 menunjukkan bahwa kenaikan air pori yang paling tinggi terjadi pada variasi tanah lempung,kenaikan tertinggi terjadi pada detik ke 25 dengan posisi kenaikan air pori berada pada 345 mm, untuk tanah lanau diposisi ke 2 dengan kenaikan tertinggi terjadi pada detik ke 20 dengan posisi air pori pada 329 mm, dan untuk tanah gambut berada paling terakhri dengan ke[illegible]tinggi terjadi pada detik ke 22 dengan posisi kenaikan air pori tertinggi pada 312 mm, Namun pada detik terakhir pengujian kenaikan air pori tertinggi terjadi pada tanah lanau dengan posisi 278 mm sedangkan untuk tanah lempung dan gambut berada pada posisi 270mm dan 255 mm.

LEMPUNG



Gambar 14 Kenaikan tekanan air Pori

Dapat disimpilkan bahwa tanah Lempung memberikan kenaikan paling tinggi pada awal pengujian namun tanah Lanau memberikan posisi akhir yang lebih tinggi dari tanah Lempung dan Gambut.



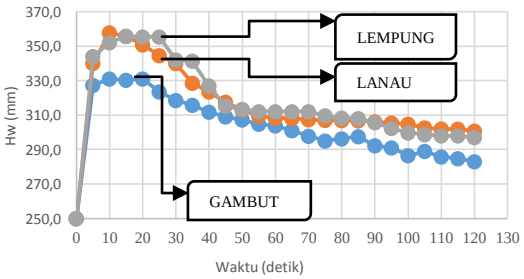
Gambar 15 Penurunan tanah total

Pada Gambar 15 menunjukkan penurunan total pada variasi tanah gambut terjadi penurunan yang signifikan pada detik 1 sampai detik ke 40 , yaitu dari 250 mm turun menjadi 232 mm. Penurunan tidak terjadi lagi pada detik ke 70 dan terhenti di posisi 232 mm. Penurunan total pada variasi tanah lanau terjadi penurunan yang signifikan pada detik ke 20 sampai detik ke 40 ,penurunan pada tanah lanau terlihat tajam yaitu dari posisi 242 mm ke 226 mm hanya dalam waktu sekitar 20 detik saja. Setelah itu penurunan total pada tanah lanau terlihat cenderung tidak signifikan setelah detik ke 40 sampai pengujian dihentikan, penurunan tanah terhenti pada waktu 120 detik dengan posisi penurunan terhenti di 217 mm, sehingga total penurunan dengan variasi tanah lunak lanau sekita 33 mm.

Penurunan tanah total pada variasi tanah lunak lempung mengalami penurunan yamg signifikan pada detik ke 1 sampai 40 dengan penurunan dari 250 mm sampai ke 232 mm. Dan terhenti pada posisi 226 mm. Disimpulkan bahwa dengan variasi tanah jenis lanau memberikan penurunan pasir yang paling besar.

2.1 Kenaikan Air Pori dan Penurunan Muka Tanah (Percepatan, a = 0,32g)

Pada Gambar 16 menjelaskan bahwa kenaikan air pori dengan percepatan 0,32g paling tinggi terjadi pada variasi tanah lanau yang terjadi pada detik ke 10 dengan ketinggian 358 mm, untuk tanah lempung kenaikan tertinggi pada detik ke 155 dengan posisi kenaikan air pori pada 355mm , sedangkan untuk tanah gambut kenaikan tertinggi terjadi pada detik ke 20 dengan posisi kenaikan air pori pada 332 mm.

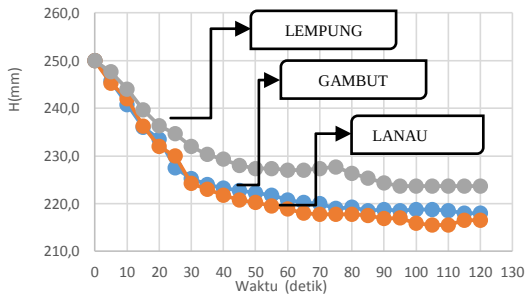


Gambar 16 kenaikan tekanan air pori

Untuk hasil pada akhir pengujian didapat bahwa tanah lanau memberikan kenaikan yang lenih tinggi dibanding tanah lempung dan gambut, yaitu untuk tanah lanau pada posisi 302 mm tanah lempung pada posisi 298 mm dan tanah gambut pada posisi 285 mm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan variasi tanah lanau memberikan kenaikan air pori paling tinggi di awal dan akhir pengujian

Pada Gambar 17 menunjukkan penurunan tanah total pada variasi tanah gambut terjadi penurunan yang signifikan pada detik ke 1 sampai detik ke 30 pada percobaan 1, penurunan total tajam terjadi pada posisi 250 mm sampai ke 226 mm. Pada variasi tanah lanau didapat penuruana yang signifikan terjadi pada detik ke 1

sampai dengan detik ke 30. Setelah detik ke 30 cendrung penurunan lebih stabil dan berhenti pada posisi 218 mm.

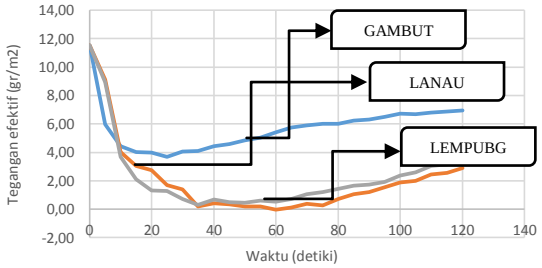


Gambar 17 Penurunan tanah total

Untuk percobaan dengan variasi tanah lempung didapat penurunan yang signifikan berada pada detik ke 25 pada percobaan pertama dan detik ke 28 pada percobaan ke dua. Posisi pada penurunan yang signifikan terhenti di 235mm. Penurunan cendrung bergerak lebih stabil dengan rentang 1 cm setelah penurunan signifikan selesai. Penurunan tanah dengan variasi tanah lempung berhenti pada posisi 225mm . didapat bahwa penurunan maksimum yang terjadi pada percobaan ini adalah dengan variasi jenis tanah lanau. Namun untuk percobaan dengan tanah lempung penurunan yang signifikan lebih cepat terjadi yaitu pada detik ke 28 , untuk tanah lanau dan gambut terjadi pada detik ke 30 dan seterusnnya.

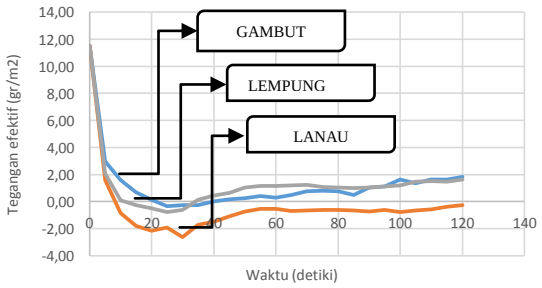
2.3 Perhitungan Tekanan Vertikal Efektif

Posisi tekanan tanah yang akan dihitung terletak pada setengah kedalaman timbunan masing-masing variasi dari permukaan tanah pasir. Pada variasi ketebalan timbunan pasir. 15 cm, nilai tekanan efektif tanah dihitung pada jarak 7,5 cm dari permukaan tanah pasir. Nilai tekanan air pori didapat dari nilai γ air yang dikalikan dengan kenaikan air pori dari hasil pengamatan. Saat tanah mencapai puncak kehilangan kekuatannya, perhitungan tekanan vertikal efektif tanah akan menunjukkan hasil yang negatif. Hasil dari tabel tegangan efektif tanah selanjutnya akan di plot ke dalam bentuk Grafik perbandingan untuk variasi percepatan 0,25g dapat dilihat pada Gambar 4.17 dan untuk variasi percepatan 0,32g dapat dilihat pada Gambar 4.19



Gambar 18 Tegangan efektif tanah 0,25 g

Tegangan efektif yang terjadi pada tanah gambut berada pada posisi tertinggi di 4,00 sedangkaan untuk tanah lanau berada pada posisi 0,0 dan untuk tanah lempung berada pada posisi 0,5 gr/mm2. Jadi dapat diambil kesimpulan bahwa tegangan efekti pada percepatan 0,25 g terbesar yaitu dengan variasi tanah lanau



Gambar 19 Tegangan efektif tanah 0,32 g

Tegangan efektif yang terjadi pada tanah gambut berada pada posisi tertinggi di -0,05 sedangkaan untuk tanah lanau berada pada posisi -2,5 dan untuk tanah lempung berada pada posisi -0,8 gr/mm2. Jadi dapat diambil kesimpulan bahwa

tegangan efekti pada percepatan 0,32 g terbesar yaitu dengan variasi tanah lanau. Dari kedua grafik diatas dapat dismipulkan bahwa tegangan efektif paling tinggi terjadi pada variasi tanah lanau, dan seiring bertambah nya percepatan maka tegangan efektif pun akan semakin besar

E. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Variasi tanah lanau memberikan penurunan paling besar. Hal ini ditunjukkan dari hasil penurunan muka tanah bahwa variasi tanah lanau mengalami penurunan dibandingkan tanah lempung dan gambut
2. Hasil pengukuran kenaikan air pori terhadap waktu menunjukkan tanah lanau mengalami kenaikan air pori paling besar dari pada variasi lempung dan gambut.
3. Hasil pengukuran penurunan muka tanah dan kenaikan air pori menunjukkan bahwa semakin besar percepatan maka penurunan muka tanah akan semakin besar dan kenaikan air pori juga semakin besar.
4. Hasil perhitungan tegangan vertikal efektif tanah menunjukkan variasi tanah lanau cenderung mengalami potensi likuifaksi paling besar. Semakin besar percepatan maka nilai tegangan vertikal efektif akan semakin kecil.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, agar penelitian selanjutnya memeproleh hasil yang lebih baik, maka disarankan :

1. Percepatan yang digunakan agar lebih kecil dari 0,25g dan lebih besar dari 0,32g.
2. Pengujian dilakukan beberapa kali agar mendapat sebaran data yang lebih lengkap, sehingga pola pengamatan dapat ditentukan.

Pengamatan sebaiknya menggunakan teknologi sensor atau digital agar mempermudah mendapatkan data yang cukup akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Aldi, M. (2011). *VARIASI BEBAN DAN PERCEPATAN GETAR UNTUK POTENSI LIKUIFAKSI PADA PASIR DENGAN UJI MODEL LABORATORIUM* . Pekanbaru: UNIVERSITA RIAU.

American Society for Testing Material. (n.d.). 1997.

Das, B. M. (1995). *mekanika tanah.* Jakarta: Erlangga Jakarta.

Edwiza, D., & Novita, S. (2008). PEMETAAN PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM DAN INTENSITAS SEISMIK KOTA PADANG PANJANG MENGGUNAKAN METODE KANAI. 111-118.

Fatnanta, D. I., Dr. Ing. Syawal Satibi, S., & Dr. Muhardi, S. M. (2015). *Kajian Kekuatan Daya Dukung Pondasi Tiang Berulir (Helical Piles) Sebagai.* Pekanbaru.

h, s. (n.d.). lahan rawa pasang surut.

Hardiyatmo, H. C. (2002). mekanika tanah 1 edisi 3.

Indonesia, S. N. (2012). *Tata Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan (SNI 03-1726-2002).*

Manggada, R. B. (2015). *Analisis Perkuatan Timbunan Di Atas Tanah Lunak Menggunakan Geotextile* . Yogyakarta: UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKART.

Ningrum, P. (n.d.). PERUBAHAN NILAI CBR PADA KADAR AIR OPTIMUM – BASAH CAMPURAN TANAH LEMPUNG DAN ABU TERBANG.

Prima, A. (2011). *ANALISIS ZONASI KETEBALAN DAN TINGKAT KEMAMPATAN TANAH LUNAK SERTA KARAKTERISTIS LAPISAN (STRATIGRAFI) DI WILAYAH KOTA PEKANBARU.* Pekanbaru: UNIVERSITAS RIAU.

Purwanto, E. (n.d.). NILAI MODULUS GESER TANAH BERDASARKAN RUMUS

HARDIN & DRNEVICH (1972) dan MENARD (1965) DARI UJI LABORATORIUM .

Sentosa, G. S., Prihatiningsih, A., & Kosasih, d. D. (n.d.). *PERKIRAAN NILAI SUBGRADE STRESS RATIO UNTUK TANAH LANAU KELEMPUNGAN KEPASIRAN DAN TANAH LANAU KELEMPUNGAN.* Jakarta: UNIVERSITA TARUMANEGARA.

Sifat sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. (1986). Jakarta: Erlangga.

Syahbana, A. J., & Iqbal, P. (2014). Perbandingan pemodelan respon spektra menggunakan analisis discreet point dengan standar perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung dan non gedung tahun 2010 (Studi kasus Kecamatan Cilacap Selatan, Kota Cilacap, Provinsi Jawa Tengah). *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, 129-142.