

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum**

Likuifaksi merupakan fenomena hilangnya kekuatan lapisan tanah akibat getaran gempa. Lapisan pasir berubah menjadi seperti cairan sehingga tidak mampu menopang beban bangunan di dalam atau di atasnya, yang disebabkan oleh beban siklik pada waktu terjadi gempa sehingga tekanan air pori meningkat mendekati atau melampaui tegangan vertikal. Karena tekanan airnya meningkat, jarak antar partikel pasir menjadi semakin renggang, sehingga kekuatan totalnya berkurang drastis. Kerugian terbanyak terjadi akibat dari besarnya getaran yang menyebabkan runtuhnya bangunan dengan struktur yang lemah.

Likuifaksi adalah proses berkurangnya kekuatan geser tanah akibat beban seismik ketika terjadi gempa bumi. Menurut Towhata (2008) likuifaksi terjadi pada tanah yang berpasir lepas (tidak padat) dan jenuh air. Jika lapisan tanah pasir jenuh mengalami getaran, maka massa tanah tersebut akan cenderung memadat dan berkurangnya volume rongga. Volume pori mengecil sedangkan tanah dalam keadaan jenuh, maka air tidak dapat mengalir, maka dengan sendirinya tekanan air pori meningkat terus. Jika tekanan air pori menyamai tegangan total didalam elemen tanah, maka tegangan efektifnya menjadi nol. Apabila tegangan efektifnya nol, maka tegangan gesernya juga akan menjadi nol dan berperilaku seperti cairan kental.

#### **2.2 Penelitian Terdahulu**

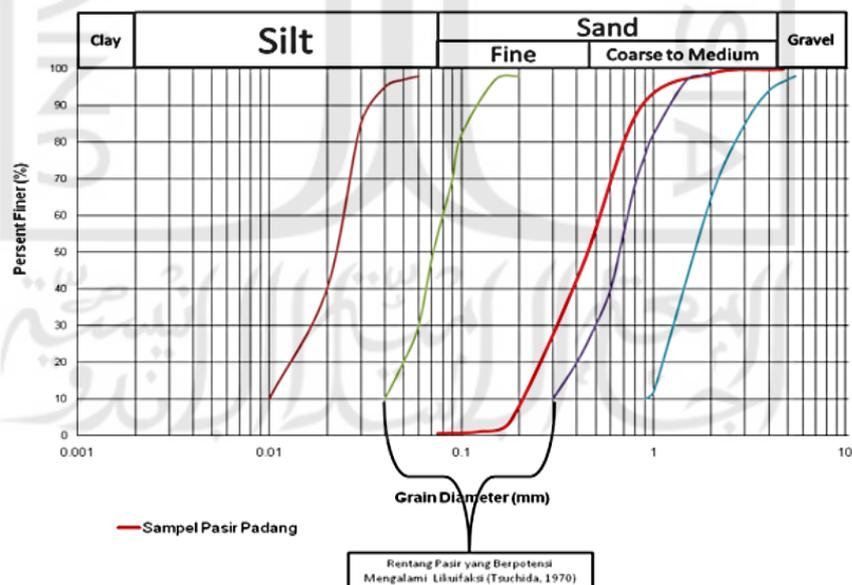
Untuk mencapai hasil yang lebih baik maka perlu dilakukan tinjauan pustaka terhadap penelitian terdahulu yang sejenis mengenai analisis likuifaksi sebagai berikut.

### 2.2.1 Kajian Potensi Likuifaksi berdasarkan Konsep *Critical State* dan Uji Piezocone Pada Sedimen Pasiran Kota Padang

Kajian Potensi Likuifaksi berdasarkan Konsep *Critical State* dan Uji Piezocone Pada Sedimen Pasiran Kota Padang merupakan penelitian yang dilakukan oleh Anastasia Sri Lestari, Paulus Pramono Rahardjo, Metta Devi Hartadi dan Antony Kesuma tahun 2014. Penelitian ini dilakukan di Sumatra Barat khususnya kota Padang yang merupakan daerah yang memiliki kondisi lapisan pasir yang cukup dalam dan posisi geografinya merupakan daerah yang memiliki potensi sangat besar terhadap gempa.

Penelitian “Kajian Potensi Likuifaksi berdasarkan Konsep *Critical State* dan Uji Piezocone Pada Sedimen Pasiran Kota Padang” menentukan potensi likuifaksi berdasarkan *Critical State parameter* dari hasil uji Triaxial CU dan potensi likuifaksi berdasarkan uji Piezocone pada Tanah Pasiran Padang.

Dari hasil uji saringan sampel Pasir Padang adalah pasir bersih (clean sand) dengan kandungan silty-clay hanya 0.58% berada pada rentang pasir yang berpotensi likuifaksi. Dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut.

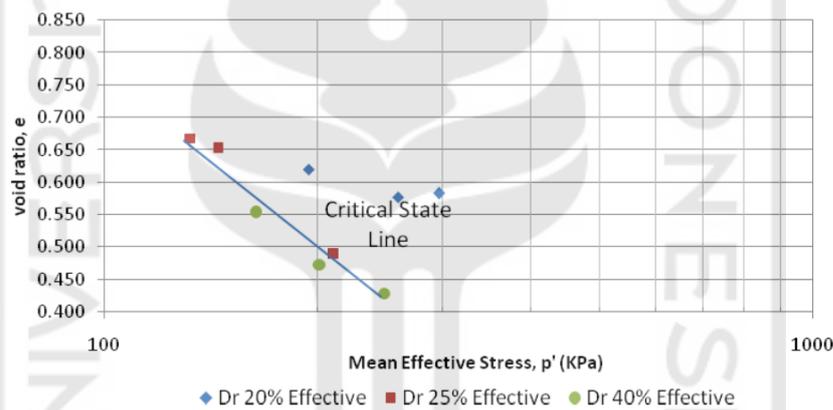


**Gambar 2.1 Hasil Distribusi Ukuran Butir Pasir Padang**

(Sumber: Lestari dkk, 2014)

Persentase <i>Gravel</i> (%)	= 0,16%
Persentase <i>Coarse-Med Sand</i> (%)	= 53,78%
Persentase <i>Find Sand</i> (%)	= 45,48%
Persentase <i>Silt-Clay</i> (%)	= 0,58%

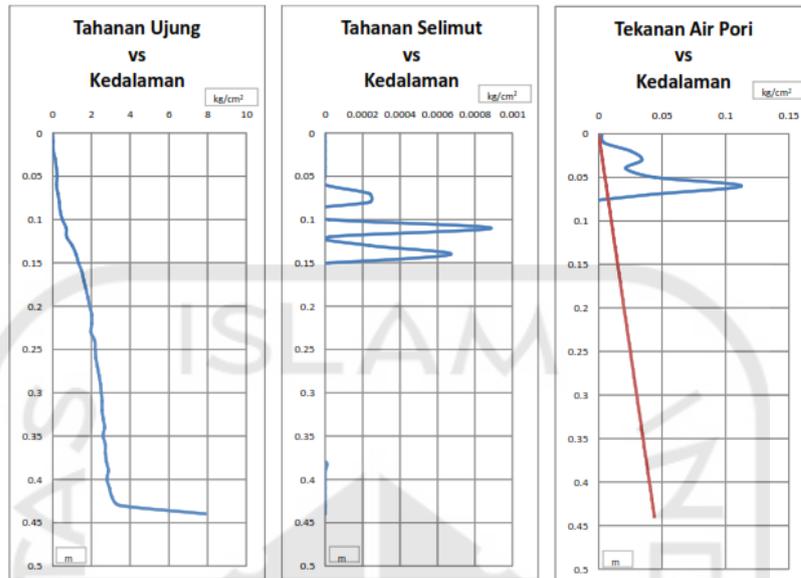
Dari hasil uji Triaxial CU, didapatkan *critical state line* yang menghasilkan persamaan garis  $y = -0.00206 x + 0.939$ . Persamaan garis ini dapat mengevaluasi potensi likuifaksi dengan nilai  $\psi$ , dimana area di atas garis merupakan keadaan tanah yang berpotensi likuifaksi, sedangkan area di bawah garis merupakan keadaan tanah yang tidak berpotensi mengalami likuifaksi. Dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.



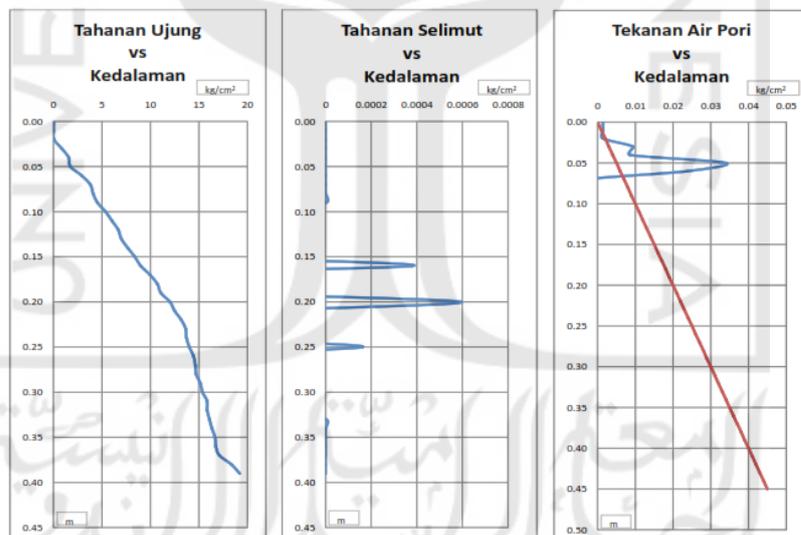
**Gambar 2.2 Grafik Hubungan Tegangan Efektif Rata-Rata Terhadap Angka Pori**

(Sumber: Lestari dkk, 2014)

Pada uji Pemodelan dan uji Piezocone dengan kepadatan 15.63 % dan 40% memberikan kesimpulan bahwa kondisi pasir Padang berpotensi likuifaksi pada Gempa 7.9 SR dan percepatan  $a = 2.5 \text{ m/sec}^2$ . Berikut dapat dilihat pada Gambar 2.3 dan Gambar 2.4.



**Gambar 2.3 Hasil Uji Piezocone/ CPTU pada kepadatan sampel pasir 15.63 %, kondisi jenuh**  
(Sumber: Lestari dkk, 2014)



**Gambar 2.4 Hasil Uji Piezocone /CPTU pada kepadatan pasir 40 % kondisi jenuh**  
(Sumber: Lestari dkk, 2014)

### 2.2.2 Evaluasi Potensial Likuifaksi Pesisir Pantai Krueng Raya Aceh Besar Provinsi Aceh

Evaluasi Potensial Likuifaksi Pesisir Pantai Krueng Raya Aceh Besar Provinsi Aceh merupakan penelitian yang dilakukan oleh Reza P. Munirwan dan Hendra Gunawan pada tahun 2012. Aceh adalah daerah rawan bencana dan termasuk daerah yang aktif gempa. Hal ini dikarenakan di sekitar pantai barat Sumatera merupakan daerah pertemuan dari dua pelat tektonik yang dapat menimbulkan gempa. Pesisir pantai utara Aceh Besar merupakan kawasan pelabuhan Malahayati Aceh Besar dimana awalnya berfungsi sebagai daerah transit barang yang besar dan kini berubah fungsi menjadi pelabuhan transit barang yang berasal dari lokal saja.

Likuifaksi merupakan proses naiknya tekanan air pori dan menurunnya tekanan efektif tanah pada lapisan pasir jenuh air akibat getaran atau gempa bumi tektonik (Hasmar, 2007 : 2). Data sekunder hasil penyelidikan tanah dari Laboraturium Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan dan data gempa dari BMKG diketahui bahwa kondisi profil tanah merupakan tanah dominan pasir dengan muka air tinggi yang kemungkinan dapat terjadi likuifaksi. Dari data yang telah didapat, potensi likuifaksi dapat dianalisis menggunakan metode Seed et al (1975) dengan magnitude gempa 5 SR – 9 SR dan metode Castro (1976).

Perhitungan metode Seed et al (1975) dianalisis dengan membandingkan nilai jumlah getaran ekialen akibat gempa ( $N_{eq}$ ) dengan nilai jumlah getaran yang dibutuhkan untuk mencapai keadaan likuifaksi (NL). Apabila  $N_{eq}$  lebih besar dari NL maka akan terjadi likuifaksi. Hasil dari metode Seed et al didapatkan likuifaksi mulai terjadi pada magnitude gempa 7 SR hingga 9 SR pada kedalaman 3 m hingga 36 m.

Potensi likuifaksi metode Castro (1976) dianalisis dengan memasukkan nilai tahanan standar penetrasi yang telah dikoreksi ( $N'_v$ ) dan nilai *cyclic ratio* ( $\tau/\sigma'_{vo}$ ) ke gambar yang memuat pita lengkung kritis. Apabila titik yang dihasilkan berada di sebelah kiri pita lengkung maka terjadi likuifaksi. Hasil dari metode Castro kebalikan dari hasil metode Seed et al yaitu tidak terjadi likuifaksi pada magnitude gempa 7 SR hingga 9 SR pada kedalaman 3 m hingga 36 m.

Likuifaksi tidak terjadi di daerah sekitar pelabuhan Malahayati Krueng raya Provinsi Aceh. Hasil yang diperoleh metode Seed et al (1975) cenderung lebih besar dari keadaan sebenarnya sedangkan metode Castro (1976) memperoleh hasil yang sesuai keadaan sebenarnya.

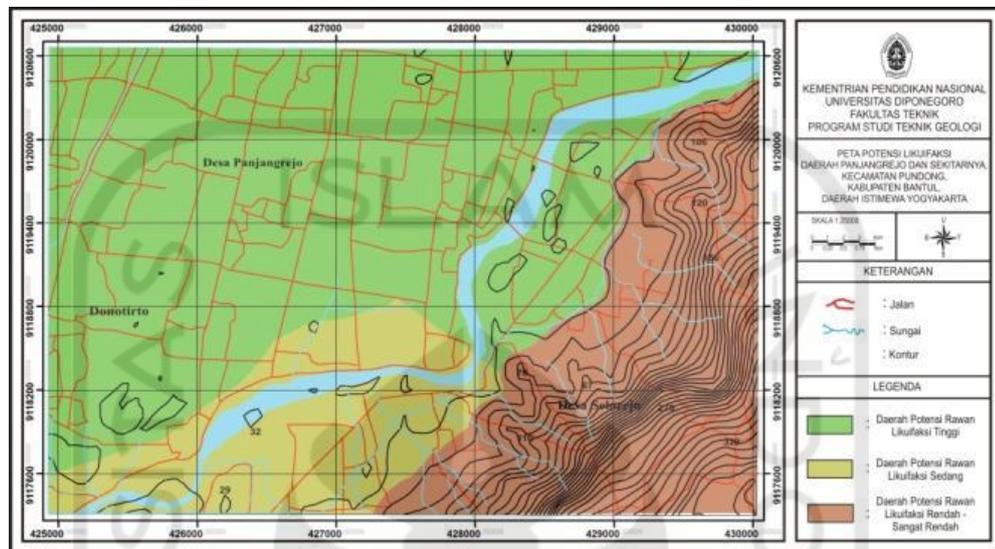
### **2.2.3 Pemetaan Kerentanan Daerah Potensi Likuifaksi, Akibat Gempabumi Tektonik Studi Kasus Daerah Desa Panjangrejo dan Sekitarnya, Kecamatan Pundong, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta**

Pemetaan Kerentanan Daerah Potensi Likuifaksi, Akibat Gempabumi Tektonik Studi Kasus Daerah Desa Panjangrejo dan Sekitarnya, Kecamatan Pundong, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan penelitian yang dilakukan oleh Alwyn Taufana J.P tahun 2013. Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Bantul, yang merupakan daerah yang paling rawan terkena dampak dari gempabumi dilihat dari posisinya yang berada pada jalur subduksi atau zona tumbukkan lempeng tektonik antara lempeng Eurasia dengan lempeng Indo-Australia, serta memiliki potensi untuk terjadinya fenomena likuifaksi lebih besar dibanding daerah lain di Yogyakarta.

Metodologi penelitian yang dilakukan adalah melakukan metoda pemetaan langsung yaitu dengan cara melakukan observasi lapangan untuk memetakan persebaran litologi pada daerah penelitian yang didapatkan dari hasil observasi lapangan sebagai salah satu data acuan pembuatan zonasi rawan likuifaksi.. Metode selanjutnya adalah melakukan pemetaan muka air tanah secara menyebar pada daerah lokasi penelitian. Pengukuran muka airtanah dilakukan sebanyak 41 titik pada lokasi penelitian. Pengolahan data muka air tanah untuk melihat persebaran muka air tanah pada lokasi penelitian dan menambah data acuan untuk zonasi daerah rawan likuifaksi. Melakukan uji mekanika tanah untuk mengetahui sifat dari tanah tersebut. Setelah semua data terkumpul, maka data-data tersebut akan digunakan sebagai data acuan dan kemudian menggunakan metode perhitungan Analisis Hierarki untuk menentukan dan membuat zonasi peta potensi rawan likuifaksi.

Dari pemetaan Kerentanan Daerah Potensi Likuifaksi, Akibat Gempa bumi Tektonik Studi Kasus Daerah Desa Panjangrejo dan Sekitarnya, Kecamatan

Pundong, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut.



**Gambar 2.5 Peta Likuifaksi**

(Sumber: Putra, 2013)

Penentuan zonasi untuk pembuatan peta tematik potensi likuifaksi menggunakan analisis Hierarki. Hasil dari analisis Hierarki adalah pembagian daerah berpotensi likuifaksi yang dapat dilihat pada Gambar 2.5. Lokasi penelitian merupakan daerah yang termasuk dalam daerah berpotensi terhadap terjadinya fenomena likuifaksi. Terdapat tiga zonasi berkaitan dengan tingkat potensi likuifaksi, yaitu daerah potensi likuifaksi tinggi, daerah potensi likuifaksi sedang /menengah, daerah potensi likuifaksi rendah – sangat rendah.

Hasil dari observasi lapangan dan pengolahan data yang telah dilakukan pada lokasi penelitian, batuan breksi vulkanik tersebar dari timur laut hingga barat daya dan material-material lepas berukuran pasir hingga pasir lanauan, yang merupakan jenis litologi yang paling dominan pada lokasi penelitian. Kedalaman muka air tanah pada lokasi penelitian mayoritas berada pada kedalaman dangkal, mayoritas berada diantara 0 – 10 m.

### 2.3 Keaslian Penelitian

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, analisis potensi likuifaksi berdasarkan distribusi ukuran butir dan data N-SPT (Studi Kasus Pembangunan *New Yogyakarta International Airport* (NYIA) di Desa Glagah dan Desa Palihan, Kulon Progo) menurut sepengetahuan penulis belum pernah dilakukan sebelumnya. Terdapat perbedaan penelitian yang akan dilakukan penulis dengan penelitian-penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut.



**Tabel 2.1 Penelitian terdahulu dan Penelitian yang akan dilaksanakan tentang Likuifaksi**

No	Judul	Penulis	Analisis yang dilakukan	Hasil
1	Evaluasi Potensial Likuifaksi Pesisir Pantai Krueng Raya Aceh Besar Provinsi Aceh	Reza P. Munirwan, Hendra Gunawan (2012)	Analisis potensi likuifaksi menggunakan data tanah N-SPT berdasarkan metode Seed et al (1976) dan metode Castro (1975)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hasil perhitungan menggunakan metode Seed et al (1976), likuifaksi terjadi pada lapisan 3 m - 15 m pada magnitudo 7,0 - 8,0 SR dan terjadi likuifaksi di setiap kedalaman pada magnitudo 9,0 SR</li> <li>2. Hasil perhitungan menggunakan metode Castro (1975) dengan percepatan Donovan, tidak terjadi likuifaksi di tiap kedalaman pada magnitudo 7,0 - 9,0 SR</li> <li>3. Berdasarkan hasil analisis pada lokasi kemungkinan terjadinya likuifaksi pada magnitudo 7 SR</li> <li>4. Dari kedua metode analisis likuifaksi, metode Seed et al (1976) cenderung lebih besar kemungkinan terjadi likuifaksi daripada metode Castro (1976)</li> </ol>
2	Pemetaan Kerentanan Daerah Potensi Likuifaksi, Akibat Gempabumi Tektonik Studi Kasus Daerah Desa Panjangrejo dan Sekitarnya, Kecamatan Pundong, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	Alwyn Taufana Jati Putra (2013)	Metode perhitungan Analisis Hierarki untuk menentukan dan membuat zonasi peta potensi rawan likuifaksi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. litologi yang terdapat pada lokasi penelitian yaitu batuan breksi vulkanik dan material-material lepas berukuran pasir hingga pasir lanauan.</li> <li>2. Kedalaman muka air tanah pada lokasi penelitian mayoritas berada pada kedalaman dangkal.</li> <li>3. Lokasi penelitian merupakan daerah yang termasuk dalam daerah berpotensi terhadap terjadinya fenomena likuifaksi.</li> </ol>

Lanjutan Tabel 2.1 Penelitian terdahulu dan Penelitian yang akan dilaksanakan tentang Likuifaksi

No	Judul	Penulis	Analisis yang dilakukan	Hasil
3	Kajian Potensi Likuifaksi berdasarkan Konsep Critical State dan Uji Piezocone pada sedimen Pasiran Kota Padang	Anastasia Sri Lestari, Paulus Pramono Rahardjo, Metta Devi Hartadi, dan Antony Kesuma (2014)	Analisis potensi likuifaksi menggunakan analisis distribusi ukuran butir, Analisis <i>triaxial consolidated undrain</i> (cu), metode <i>state parameter</i> dan metode shibata dan teparaksa	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pasir Padang adalah pasir bersih (clean sand) dengan kandungan silty-clay hanya 0.58% berada pada rentang pasir yang berpotensi likuifaksi.</li> <li>2. Didapatkan persamaan <i>critical state line</i> yang menghasilkan persamaan garis <math>y = -0.00206x + 0.939</math>; dimana area di atas garis merupakan keadaan tanah yang berpotensi likuifaksi.</li> <li>3. Kepadatan 15.63 % dan 40% memberikan kesimpulan bahwa kondisi pasir Padang berpotensi likuifaksi pada Gempa 7.9 SR dan percepatan <math>a=2.5m/sec^2</math>.</li> </ol>
4	Analisis Potensi Likuifaksi Berdasarkan Distribusi Ukuran Butir dan Data N-SPT	Srikit (2019)	Analisis potensi likuifaksi berdasarkan distribusi ukuran butir, metode Seed, Martin & Lysmer (1975), dan metode Velera & Donovan (1977).	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Potensi likuifaksi berdasarkan distribusi ukuran butir.</li> <li>2. Potensi likuifaksi berdasarkan metode Seed, Martin &amp; Lysmer (1975).</li> <li>3. Potensi likuifaksi berdasarkan metode Velera &amp; Donovan (1977).</li> </ol>