

Kajian Karakteristik Fisis Tanah sebagai Indikasi Awal Potensi Likuifaksi di Kota Padang

Wulandari*, Yolanda Wulandari, Rafika Andari & Agus

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang,
Jl. Gajah Mada Kandang Nanggalo, Padang – 25 143, Indonesia*

Email: wulandrii71@gmail.com

Dikirim: 22 Juli 2026

Direvisi: 29 Juli 2026

Diterima: 30 Juli 2026

ABSTRAK

Likuifaksi merupakan fenomena geoteknik yang menyebabkan hilangnya kekuatan geser tanah akibat peningkatan tekanan air pori selama pembebanan dinamis akibat gempa bumi. Kota Padang merupakan salah satu wilayah dengan tingkat aktivitas seismik yang tinggi sehingga diperlukan identifikasi awal terhadap karakteristik fisis tanah yang berpotensi mengalami likuifaksi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi karakteristik fisis tanah sebagai indikasi awal potensi likuifaksi pada Kampus 1 dan Kampus 2 Institut Teknologi Padang. Penelitian dilakukan melalui pengujian laboratorium terhadap sampel tanah terganggu yang diambil di bawah muka air tanah. Pengujian meliputi analisis distribusi ukuran butir berdasarkan SNI 3423:2008 serta penentuan karakteristik kepadatan tanah berdasarkan ASTM D4253. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua lokasi didominasi oleh material berpasir dengan kandungan butiran halus kurang dari 2%, yang mengindikasikan karakteristik tanah rentan terhadap likuifaksi. Karakteristik kepadatan tanah turut mendukung identifikasi awal terhadap kerentanan tersebut. Oleh karena itu, distribusi ukuran butir dan karakteristik kepadatan tanah dapat digunakan sebagai parameter fisis dalam identifikasi awal potensi likuifaksi. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi informasi awal yang mendukung pelaksanaan investigasi geoteknik yang lebih rinci serta upaya mitigasi bencana di Kota Padang.

Kata kunci: likuifaksi, karakteristik fisis tanah, distribusi ukuran butir, tanah berpasir, Kota Padang

1. PENDAHULUAN

Indonesia terletak pada zona konvergensi tiga lempeng tektonik aktif, yaitu Lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik, sehingga memiliki tingkat aktivitas seismik yang tinggi dan berpotensi mengalami gempa bumi yang merusak (Hakam, 2020). Salah satu wilayah yang memiliki tingkat bahaya seismik tinggi adalah Kota Padang, yang pada beberapa kawasan didominasi oleh endapan aluvial berpasir. Kondisi tersebut meningkatkan potensi terjadinya likuifaksi ketika terjadi gempa bumi berkekuatan besar. Riwayat kegempaan di Kota Padang menunjukkan bahwa gempa bumi 30 September 2009 memicu fenomena likuifaksi di beberapa lokasi (Liliwarti, 2018; Putra et al., 2009). Likuifaksi terjadi ketika tanah berpasir jenuh air kehilangan tegangan efektif akibat meningkatnya tekanan air pori selama pembebanan siklik akibat gempa bumi (Seed and Idriss, 1982). Fenomena ini dapat menyebabkan penurunan tanah (settlement), pergeseran lateral (lateral spreading), hingga kegagalan struktur bangunan di atasnya.

Berbagai metode telah dikembangkan untuk mengevaluasi potensi likuifaksi, baik melalui pengujian lapangan maupun pengujian laboratorium. Pengujian laboratorium merupakan salah satu pendekatan yang efektif untuk mengidentifikasi karakteristik fisis tanah yang berkaitan dengan kerentanan terhadap likuifaksi. Distribusi ukuran butir dan kerapatan relatif (relative density) merupakan parameter penting dalam mengidentifikasi tingkat kerentanan tanah karena memengaruhi respons tanah terhadap pembebanan siklik dan peningkatan tekanan air pori (Tsuchida, 1970; Risayanti and Hakam, 2022). Tanah berpasir bergradasi buruk (poorly graded sand) dengan kondisi kepadatan sangat lepas (very loose) umumnya memiliki kerentanan yang lebih tinggi terhadap likuifaksi akibat rendahnya interlocking antarbutir, sehingga lebih mudah mengalami kehilangan kekuatan geser ketika menerima pembebanan gempa (Hakam, 2016).

Meskipun beberapa penelitian mengenai potensi likuifaksi di Kota Padang telah dilakukan, sebagian besar masih berfokus pada kawasan pesisir, seperti Pantai Padang, dengan pendekatan berdasarkan distribusi ukuran butir dan data Standard Penetration Test (Hakam and Darjanto, 2013). Sementara itu, kawasan pendidikan yang berada di luar wilayah pesisir, seperti Kampus 1 dan Kampus 2 Institut Teknologi Padang, belum banyak dikaji berdasarkan karakteristik fisis tanah sebagai indikator awal potensi likuifaksi.

Keterbatasan informasi tersebut menunjukkan perlunya penelitian untuk mengidentifikasi karakteristik fisis tanah pada kawasan pendidikan sebagai dasar dalam penilaian awal kerentanan terhadap likuifaksi.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi karakteristik fisis tanah berdasarkan distribusi ukuran butir dan kerapatan relatif pada Kampus 1 dan Kampus 2 Institut Teknologi Padang sebagai indikator awal kerentanan terhadap likuifaksi. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi informasi pendukung dalam investigasi geoteknik yang lebih rinci serta memberikan masukan bagi upaya mitigasi bencana di kawasan penelitian.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan melalui pengujian laboratorium terhadap sampel tanah terganggu (disturbed soil) yang diambil dari dua lokasi, yaitu Kampus 1 dan Kampus 2 Institut Teknologi Padang. Pemilihan lokasi didasarkan pada perbedaan kondisi geologi dan karakteristik tanah yang mewakili kawasan pendidikan di Kota Padang. Seluruh pengujian laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Institut Teknologi Padang. Penelitian dilaksanakan di dua lokasi, yaitu Kampus 1 dan Kampus 2 Institut Teknologi Padang, Kota Padang. Lokasi Kampus 1 berada pada koordinat $0^{\circ}53'58,6''$ LS dan $100^{\circ}21'43,5''$ BT (Gambar 1), sedangkan Kampus 2 berada pada koordinat $0^{\circ}52'35,0''$ LS dan $100^{\circ}23'20,0''$ BT (Gambar 2).



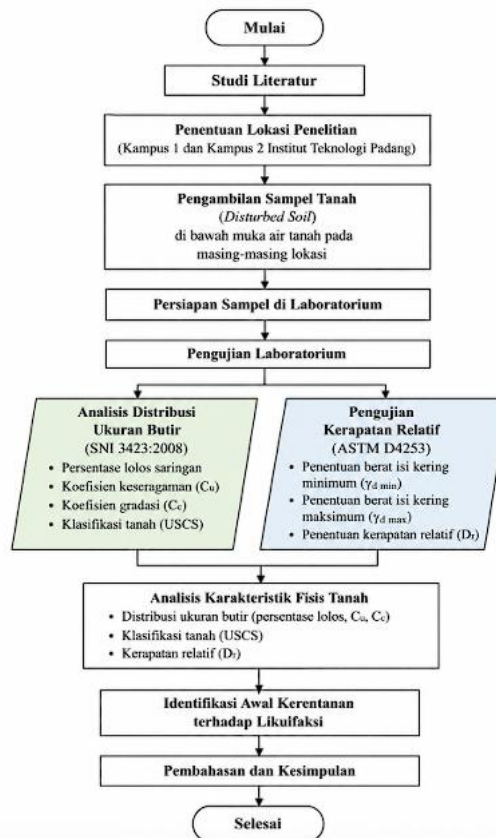
Gambar 1. Lokasi 1 Penelitian Kampus 1 ITP



Gambar 2. Lokasi 2 Penelitian Kampus 2 ITP

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini berupa tanah terganggu (disturbed soil) yang diambil pada kedalaman di bawah muka air tanah di masing-masing lokasi penelitian. Pengambilan sampel di bawah muka air tanah dilakukan untuk memperoleh material yang mewakili lapisan tanah yang berpotensi mengalami likuifaksi. Setiap lokasi diambil satu sampel sebagai representasi karakteristik tanah setempat. Seluruh sampel kemudian dibawa ke Laboratorium Mekanika Tanah Institut Teknologi Padang untuk dilakukan pengujian karakteristik fisis tanah.

Pengujian laboratorium meliputi analisis distribusi ukuran butir menggunakan metode analisis saringan sesuai SNI 3423:2008 serta pengujian kerapatan relatif (relative density) berdasarkan ASTM D4253. Analisis distribusi ukuran butir dilakukan untuk menentukan persentase lolos saringan, koefisien keseragaman (coefficient of uniformity, C_u), koefisien gradasi (coefficient of curvature, C_c), serta klasifikasi tanah berdasarkan sistem Unified Soil Classification System (USCS). Pengujian kerapatan relatif dilakukan untuk menentukan tingkat kepadatan tanah melalui hubungan antara berat isi kering minimum, berat isi kering maksimum, dan berat isi tanah di lapangan. Hasil kedua pengujian tersebut digunakan sebagai dasar dalam mengidentifikasi karakteristik fisis tanah sebagai indikator awal kerentanan terhadap likuifaksi. Prosedur penelitian dipaparkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Karakteristik Fisik Tanah

Karakteristik fisis tanah (Tabel 1) merupakan parameter penting dalam identifikasi awal kerentanan tanah terhadap likuifaksi. Oleh karena itu, penelitian ini mengevaluasi distribusi ukuran butir dan kerapatan relatif (relative density) dari sampel tanah yang berasal dari Kampus 1 dan Kampus 2 Institut Teknologi Padang. Parameter tersebut selanjutnya dianalisis untuk menentukan karakteristik tanah yang berpotensi rentan terhadap likuifaksi.

Tabel 1. Tabel Hasil Pengujian Analisa Saringan

Lokasi Sampel	% Lolos #10	% Lolos #40	% Lolos #200	D50 (mm)	Klasifikasi AASHTO
Kampus 1 ITP	96,67%	61,42%	1,95%	0,22	A-3 (Pasir Halus)
Kampus 2 ITP	90,24%	31,08%	1,08%	0,35	A-2-7 (Pasir Berlempung)

Hasil pengujian analisis saringan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kedua sampel tanah memiliki kandungan butiran halus yang relatif rendah. Persentase lolos saringan No. 200 pada Kampus 1 Institut Teknologi Padang sebesar 1,95%, sedangkan pada Kampus 2 Institut Teknologi Padang sebesar 1,08%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kedua sampel didominasi oleh material berbutir kasar dengan fraksi halus yang sangat sedikit. Berdasarkan nilai diameter butir median (D50), tanah di Kampus 1 Institut Teknologi Padang memiliki ukuran butir sebesar 0,22 mm, sedangkan di Kampus 2 Institut Teknologi Padang sebesar 0,35 mm. Kedua nilai tersebut berada pada rentang ukuran pasir halus hingga pasir sedang yang umumnya dijumpai pada endapan aluvial di Kota Padang. Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO, tanah di Kampus 1 Institut Teknologi Padang termasuk kelompok A-3 (pasir halus), sedangkan tanah di Kampus 2 Institut Teknologi Padang termasuk kelompok A-2-7 (pasir berlempung). Klasifikasi tersebut menunjukkan bahwa tanah pada kedua lokasi didominasi oleh material berpasir, dengan Kampus 2 memiliki kandungan fraksi halus yang relatif lebih tinggi dibandingkan Kampus 1. Secara umum, hasil analisis distribusi ukuran butir menunjukkan bahwa kedua lokasi penelitian didominasi oleh material berpasir. Karakteristik tersebut menjadi salah satu parameter awal yang digunakan dalam mengidentifikasi kerentanan tanah terhadap

likuifaksi dan selanjutnya dikombinasikan dengan hasil pengujian kerapatan relatif untuk memperoleh interpretasi yang lebih komprehensif.

Hasil analisis distribusi ukuran butir menunjukkan bahwa kedua sampel tanah didominasi oleh material berpasir. Persentase lolos saringan No. 10 pada Kampus 1 dan Kampus 2 Institut Teknologi Padang masing-masing sebesar 96,67% dan 90,24%, sedangkan persentase lolos saringan No. 200 hanya sebesar 1,95% dan 1,08%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kandungan butiran halus pada kedua lokasi relatif rendah sehingga karakteristik tanah lebih didominasi oleh fraksi pasir. Berdasarkan klasifikasi AASHTO, tanah di Kampus 1 Institut Teknologi Padang termasuk kelompok A-3 (pasir halus), sedangkan tanah di Kampus 2 Institut Teknologi Padang termasuk kelompok A-2-7 (pasir berlempung).

Dominasi material berpasir dengan kandungan butiran halus yang rendah merupakan salah satu karakteristik tanah yang sering dikaitkan dengan kerentanan terhadap likuifaksi, terutama apabila tanah berada dalam kondisi jenuh air dan memiliki tingkat kepadatan yang rendah (Tsuhida, 1970; Seed and Idriss, 1982). Oleh karena itu, hasil analisis distribusi ukuran butir pada penelitian ini menjadi dasar dalam identifikasi awal karakteristik tanah yang berpotensi rentan terhadap likuifaksi.

3.2 Hasil Pengujian Kepadatan Kering Tanah

Pengujian kepadatan tanah dilakukan untuk memperoleh nilai kepadatan kering lapangan, kepadatan kering minimum, dan kepadatan kering maksimum sebagai parameter dasar dalam karakterisasi tanah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kepadatan kering lapangan di Kampus 1 Institut Teknologi Padang sebesar 1,140 g/cm³, sedangkan di Kampus 2 Institut Teknologi Padang sebesar 1,199 g/cm³. Sementara itu, hasil pengujian laboratorium menghasilkan kepadatan kering minimum masing-masing sebesar 1,205 g/cm³ dan 1,253 g/cm³, serta kepadatan kering maksimum sebesar 1,219 g/cm³ dan 1,289 g/cm³. Parameter tersebut memberikan informasi mengenai karakteristik kepadatan tanah pada kedua lokasi penelitian dan dapat digunakan sebagai data pendukung dalam analisis geoteknik yang lebih rinci.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kepadatan Kering Lapangan, Minimum, dan Maksimum

Parameter	Units	Kampus 1 ITP	Kampus 2 ITP
Kepadatan Lapangan (γ_d)	g/cm ³	1.140	1.199
Kepadatan min	g/cm ³	1.205	1.253
Kepadatan maks	g/cm ³	1.219	1.289

3.3 Indikasi Awal Potensi Likuifaksi Berdasarkan Karakteristik Fisis Tanah

Indikasi awal potensi likuifaksi pada penelitian ini dilakukan melalui interpretasi karakteristik fisis tanah berdasarkan hasil analisis distribusi ukuran butir dan pengujian kepadatan tanah. Tanah yang didominasi oleh material berpasir dengan kandungan butiran halus yang rendah umumnya memiliki kerentanan yang lebih tinggi terhadap likuifaksi, terutama apabila berada dalam kondisi jenuh air dan mengalami pembebanan dinamis akibat gempa bumi.

Berdasarkan hasil pengujian, tanah pada Kampus 1 dan Kampus 2 Institut Teknologi Padang didominasi oleh material berpasir dengan kandungan butiran halus yang rendah. Karakteristik tersebut menunjukkan adanya indikasi awal kerentanan terhadap likuifaksi berdasarkan parameter fisis tanah yang dianalisis pada penelitian ini. Namun demikian, hasil tersebut merupakan identifikasi awal sehingga diperlukan investigasi geoteknik yang lebih rinci, seperti pengujian Standard Penetration Test (SPT), Cone Penetration Test (CPT), atau pengujian laboratorium dinamis untuk memperoleh evaluasi potensi likuifaksi yang lebih komprehensif. Dengan demikian, analisis karakteristik fisis tanah dapat digunakan sebagai langkah awal dalam mengidentifikasi daerah yang berpotensi mengalami likuifaksi dan menjadi dasar dalam perencanaan investigasi geoteknik serta mitigasi bencana di kawasan penelitian.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium terhadap karakteristik fisis tanah di Kampus 1 dan Kampus 2 Institut Teknologi Padang, diperoleh bahwa tanah di Kampus 1 termasuk kelompok A-3 (pasir halus), sedangkan tanah di Kampus 2 termasuk kelompok A-2-7 (pasir berlempung) berdasarkan klasifikasi AASHTO. Kedua sampel memiliki kandungan butiran halus kurang dari 2%, sehingga menunjukkan dominasi material berpasir. Hasil pengujian kepadatan tanah memberikan informasi mengenai karakteristik kepadatan pada kedua lokasi penelitian sebagai salah satu parameter pendukung dalam identifikasi karakteristik fisis tanah. Berdasarkan kombinasi distribusi ukuran butir, kandungan butiran halus yang rendah, serta kondisi muka air tanah yang relatif dangkal, tanah di Kampus 1 dan Kampus 2 Institut

Teknologi Padang menunjukkan indikasi awal kerentanan terhadap likuifaksi. Oleh karena itu, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi awal dalam mengidentifikasi daerah yang berpotensi mengalami likuifaksi dan sebagai dasar untuk pelaksanaan investigasi geoteknik yang lebih rinci.

DAFTAR PUSTAKA

- Hakam, A. and Darjanto, H. (2013) 'Penelusuran Potensi Likuifaksi Pantai Padang Berdasarkan Gradasi Butiran dan Tahanan Penetrasi Standar', *Jurnal Teknik Sipil*, 20(1), pp. 33–38. doi:10.5614/jts.2013.20.1.4
- Hakam, A. (2016). Laboratory Liquefaction Test of Sand Based on Grain Size and Relative Density, *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 48(3), pp. 334–344. doi:10.5614/j.eng.technol.sci.2016.48.3.7.
- Hakam, A., 2020. Analisis Praktis Potensi Likuifaksi: Referensi untuk Peneliti dan Praktisi. Padang: Andalas University Press.
- Liliwarti, L. (2018). Informasi Titik-Titik Likuifaksi akibat Gempa Bumi di Kota Padang, *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 15(1), pp. 17–23. doi:10.30630/jirs.15.1.86.
- Putra, H.G., Hakam, A. and Lastaruna, D. (2009). Analisa Potensi Likuifaksi Berdasarkan Data Pengujian Sondir (Studi Kasus GOR Haji Agus Salim dan Lapai, Padang, *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 5(1), pp. 11–22. doi:10.25077/jrs.5.1.11-22.2009.
- Risayanti and Hakam, A. (2022). Potensi Likuifaksi Pasir Seragam Berdasarkan Tegangan Air Pori dan Ukuran Butiran (Laboratory Model), *Civil Engineering Collaboration*, 7(2), pp. 45–51. doi:10.35134/jcivil.v7i2.42.
- Seed, H.B. and Idriss, I.M. (1982). *Ground Motions and Soil Liquefaction During Earthquakes*. Berkeley, CA: Earthquake Engineering Research Institute.
- Tsuchida, H. (1970) Prediction and Countermeasure against Liquefaction in Sand Deposits. Abstract of the Seminar in the Port and Harbour Research Institute, Yokohama, Japan.