



PUSAT AIR TANAH DAN GEOLOGI TATA LINGKUNGAN  
BADAN GEOLOGI  
KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL

# PEDOMAN PEMETAAN KERENTANAN LIKUEFAKSI SKALA 1:50.000



## Daftar isi

Daftar isi .....	ii
Prakata .....	iii
Pendahuluan .....	iv
1. Ruang lingkup .....	1
2. Istilah dan definisi.....	1
3. Klasifikasi Zona Kerentanan Likuefaksi .....	3
4. Metodologi Pemetaan Kerentanan Likuefaksi .....	4
5. Batasan Pemanfaatan Peta Zona Kerentanan Likuefaksi ..	6
Lampiran 1. Bagan Alir Pemetaan Kerentanan Likuefaksi Skala 1:50.000 .....	8
Lampiran 2. Penilaian Kerentanan Likuefaksi 1:50.000.....	9
Lampiran 3. Contoh Pengolahan Data .....	10
Lampiran 4. Contoh Peta Kerentanan Likuefaksi Skala 1:50.000 .....	11
Bibliografi.....	12

## **Prakata**

Pedoman Geologi Teknik Nomor 1505/GL.04/BGE/2024, Pemetaan Kerentanan Likuefaksi Skala 1:50.000 disusun untuk memberikan panduan dalam memetakan kerentanan likuefaksi pada skala 1:50.000. Tata cara yang diberikan ini bertujuan untuk penyeragaman penyusunan peta dan penyajian informasi kerentanan likuefaksi untuk keperluan tata ruang dan sebagai dasar pertimbangan mitigasi bencana.

Pedoman ini disusun oleh Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan Tim Geologi Tata Lingkungan Kebencanaan dan dibahas bersama dengan pakar dan akademisi.

Apabila dalam penerapannya dijumpai kekurangan atau kekeliruan pada pedoman ini, akan dilakukan perbaikan dan penyempurnaan di kemudian hari.

## **Pendahuluan**

Secara geografis, Indonesia berada di daerah pertemuan lempeng-lempeng tektonik yang mengakibatkan Indonesia rentan terhadap bencana alam geologi seperti gempa bumi, letusan gunung api, tsunami dan gerakan tanah. Gempa bumi dengan magnitudo besar dapat menyebabkan potensi terjadinya likuefaksi yang bisa mengakibatkan kerusakan infrastruktur dan bahkan menimbulkan korban jiwa.

Informasi kerentanan likuefaksi sangat penting dalam meningkatkan kesiapsiagaan pemerintah dan masyarakat dalam menghadapi kemungkinan terjadinya fenomena likuefaksi di masa mendatang. Informasi yang mudah dibaca dan dipahami dibutuhkan bagi penyebaran informasi bahaya likuefaksi di kalangan masyarakat luas. Oleh karena itu, informasi kerentanan likuefaksi dalam bentuk peta kerentanan likuefaksi diharapkan dapat memberikan pengetahuan umum dan meningkatkan pemahaman masyarakat terhadap potensi bahaya yang ada di sekitarnya.

Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan tahun 2019 telah menerbitkan Atlas Zona Kerentanan Likuefaksi. Atlas ini menyajikan indikasi awal kerentanan likuefaksi dan merupakan informasi awal untuk perencanaan regional pada skala

1:100.000. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 21 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang, Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten/Kota membutuhkan peta dasar dan peta tematik skala 1:50.000. Untuk memenuhi kebutuhan penyelenggaraan penataan ruang Kabupaten/Kota, maka Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan sebagai produsen data peta likuefaksi menyusun pedoman pemetaan zona kerentanan likuefaksi pada skala 1:50.000 sebagai acuan dalam menghasilkan peta zona kerentanan likuefaksi.

# **Pedoman pemetaan kerentanan likuefaksi skala 1:50.000**

## **1. Ruang lingkup**

Pedoman ini menentukan prinsip umum tata cara pemetaan kerentanan likuefaksi pada skala 1:50.000. Pedoman ini meliputi inventarisasi data sekunder, pengambilan data primer dan penilaian kerentanan likuefaksi, serta klasifikasi zona kerentanan likuefaksi. Prosedur baku yang telah ada, tidak dibahas dalam pedoman ini tetapi tetap dijadikan rujukan.

## **2. Istilah dan definisi**

Istilah dan definisi yang digunakan dalam pedoman ini sebagai berikut:

### **2.1 Likuefaksi**

Suatu proses atau kejadian hilangnya kekuatan lapisan tanah *non kohesif* dari keadaan padat menjadi cair pada kondisi jenuh air akibat terjadinya tekanan air pori berlebih yang biasanya disebabkan oleh getaran yang sumber utamanya berasal dari gempa bumi.

### **2.2 Kerentanan likuefaksi**

Kecenderungan endapan tanah untuk mengalami likuefaksi.

### **2.3 Zona kerentanan likuefaksi**

Zona yang memuat informasi suatu wilayah yang mempunyai kecenderungan terjadi likuefaksi beserta kemungkinan dampak kerusakan tanah permukaan.

### **2.4 Likuefaksi tipe aliran (*flow liquefaction*)**

Likuefaksi tipe aliran adalah tipe likuefaksi yang bersifat mengalir akibat tegangan geser statis oleh gravitasi (*static shear stress*) yang melebihi kekuatan geser (*shear strength*) antar partikel tanah.

### **2.5 Likuefaksi tipe non aliran (*cyclic mobility*)**

Likuefaksi tipe non aliran adalah tipe likuefaksi yang bersifat periodik akibat kekuatan geser (*shear strength*) yang melebihi tegangan geser statis oleh gravitasi (*static shear stress*) yang mengenai partikel tanah.

### **2.6 Penurunan tanah (*ground settlement*)**

Tipe kerusakan likuefaksi berupa perubahan vertikal dari lapisan tanah akibat proses pemadatan dan kompaksi dari tanah berbutir dan lepas yang bersifat lokal.

### **2.7 Pergeseran lateral (*lateral spreading*)**

Tipe kerusakan likuefaksi berupa pergeseran yang terjadi pada kemiringan lereng landai atau mendekati datar.

## **2.8 Semburan pasir (*sand boil*)**

Pasir bercampur air yang keluar ke permukaan tanah selama proses likuefaksi pada kedalaman yang dangkal.

## **2.9 Lapisan penutup (*cap layer*)**

Suatu lapisan tanah lempung berplastisitas sedang – tinggi yang berada di permukaan yang berperan menahan dampak likuefaksi.

## **3. Klasifikasi Zona Kerentanan Likuefaksi**

Klasifikasi zona kerentanan likuefaksi pada peta kerentanan likuefaksi skala 1:50.000 berdasarkan pola sebaran dan tipe kerusakan yang dapat terjadi apabila suatu daerah terkena efek getaran gempa terbagi menjadi 4 (empat), yaitu:

### **a. Zona Kerentanan Likuefaksi Tinggi**

Zona kerentanan yang dapat mengalami likuefaksi secara merata dan struktur tanah umumnya menjadi rusak parah atau hancur. Tipe kerusakan struktur tanah yang umumnya terjadi berupa likuefaksi aliran, pergeseran lateral, penurunan tanah dan semburan pasir dengan warna dalam peta: Magenta (Red Green Blue: 255 0 197).

### **b. Zona Kerentanan Likuefaksi Sedang**

Zona kerentanan yang dapat mengalami likuefaksi secara tidak merata dan struktur tanah umumnya rusak. Tipe kerusakan struktur tanah yang umumnya terjadi berupa pergeseran lateral,



penurunan tanah dan semburan pasir dengan warna dalam peta: Kuning (Red Green Blue: 255 255 0).

c. Zona Kerentanan Likuefaksi Rendah

Zona kerentanan likuefaksi yang jarang mengalami likuefaksi. Pada umumnya berupa titik-titik semburan pasir dan sedikit menimbulkan kerusakan pada struktur tanah dengan warna dalam peta: Hijau (Red Green Blue: 85 255 0).

d. Zona Tidak Rentan Likuefaksi

Zona yang tidak rentan mengalami likuefaksi dengan warna dalam peta: Abu-abu (Red Green Blue: 201 209 215).

#### **4. Metodologi Pemetaan Kerentanan Likuefaksi**

Metode pemetaan kerentanan likuefaksi meliputi: inventarisasi data sekunder, inventarisasi data primer dan pengolahan data. Bagan alir pemetaan kerentanan likuefaksi seperti tertuang pada lampiran 1.

##### **4.1 Inventarisasi data sekunder**

Pemetaan kerentanan ini mengacu pada Atlas Zona Kerentanan Likuefaksi skala 1:100.000 (Badan Geologi, 2019) sebagai batas/deliniasi awal zona kerentanan likuefaksi dan Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:50.000 sebagai peta dasar. Deliniasi awal zona kerentanan likuefaksi sudah memperhitungkan faktor kegempaan dengan nilai percepatan tanah puncak  $\geq 0,1g$  pada periode ulang 500 tahun.

## **4.2 Inventarisasi data primer**

Inventarisasi data primer untuk memutakhirkan faktor geologi dalam deliniasi awal zona likuefaksi skala 1:100.000, meliputi litologi, kedalaman muka air tanah dan kemiringan lereng dengan pendekatan metode deskriptif.

Setiap data parameter geologi yang diperoleh melalui pemetaan geologi permukaan dan penyelidikan bawah permukaan dangkal harus dapat digunakan untuk mewakili penilaian lokasi penyelidikan dengan luasan 500 m x 500 m. Pencatatan data lapangan mengacu SNI 2436/2008 (Tata Cara Pencatatan dan Identifikasi Hasil Pengeboran Inti) untuk mendapatkan hasil langsung di lapangan. Peta kerentanan likuefaksi harus disusun oleh ahli geologi.

### **4.2.1 Pemetaan geologi permukaan**

Pemetaan geologi permukaan ini meliputi pengamatan litologi, pengukuran kedalaman muka air tanah dan kemiringan lereng.

- Informasi litologi dapat diperoleh dari deskripsi singkapan permukaan atau parit uji/sumur uji dan interpretasi bawah permukaan.
- Data kedalaman muka air tanah dapat diperoleh melalui pengukuran muka air tanah dangkal dari sumur gali masyarakat atau sumber informasi lainnya.
- Kemiringan lereng diperoleh dengan mengukur sudut kemiringan topografi di lapangan.

### **4.2.2 Penyelidikan bawah permukaan dangkal**

Penyelidikan bawah permukaan dangkal dilakukan untuk memverifikasi hasil pemetaan geologi permukaan dan interpretasi litologi bawah permukaan yang telah dilakukan sebelumnya dan untuk mengetahui keberadaan lapisan penutup (*cap layer*). Penyelidikan bawah permukaan ini harus dilakukan minimal sedalam 5 meter dengan pengeboran dangkal atau sejenisnya.

### **4.3 Pengolahan Data**

Data tiap parameter geologi diolah dan dibuat menjadi peta tematik yang meliputi peta sebaran litologi, peta kemiringan lereng, peta kedalaman muka air tanah dan peta lintasan atau peta titik pengambilan data.

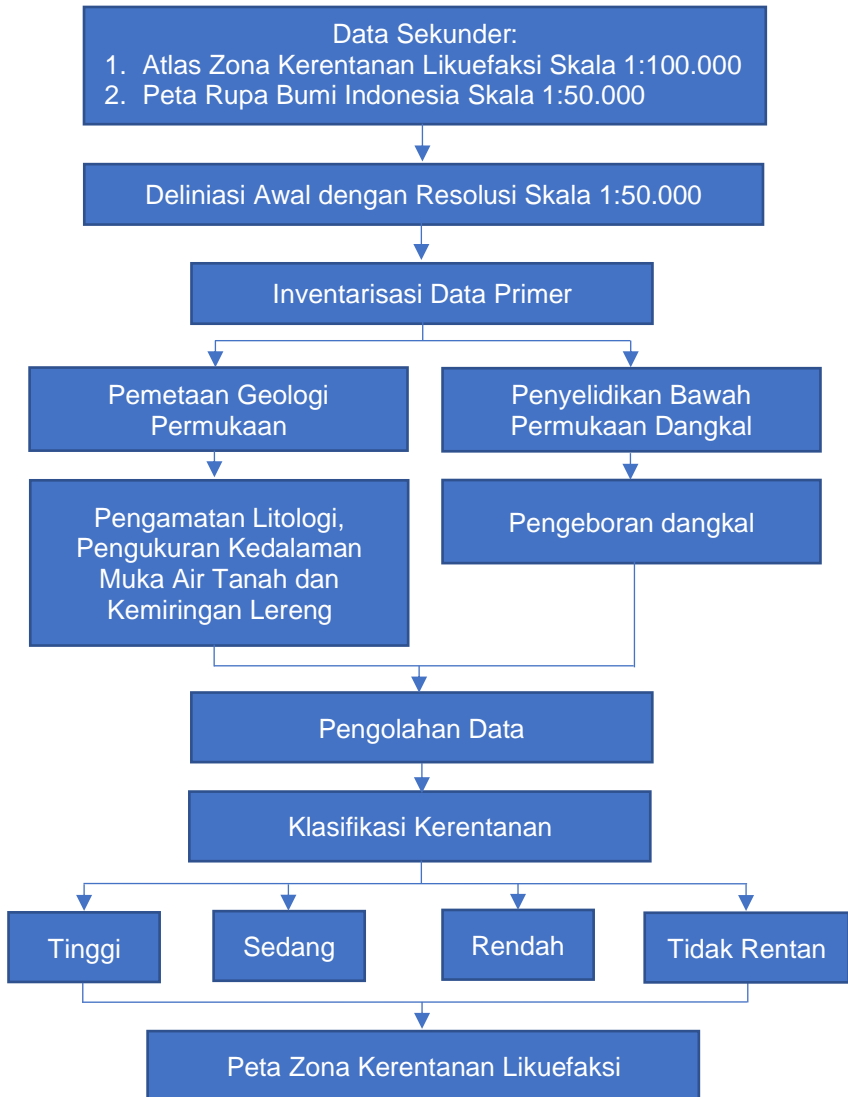
Peta tematik tersebut kemudian dilakukan analisis tumpangtindih (*overlay*) untuk mengklasifikasi dan menentukan tingkat kerentanan likuefaksi (Lampiran 2 dan 3) yang kemudian diberikan penilaian dalam bentuk zonasi.

## **5. Batasan Pemanfaatan Peta Zona Kerentanan Likuefaksi**

- a. Pemanfaatan peta zona kerentanan likuefaksi ini dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan tata ruang wilayah dan mitigasi bencana pada skala 1:50.000.

- b. Untuk kepentingan manajemen resiko, peta ini masih memiliki resolusi yang rendah dikarenakan belum dapat menjelaskan ketajaman informasi secara vertikal dan hasil zonasi bersifat perkiraan karena masih menggunakan pendekatan kualitatif.
- c. Peta ini tidak dapat digunakan sebagai acuan perencanaan yang bersifat tapak atau skala yang lebih besar dari skala 1:50.000.

## Lampiran 1. Bagan Alir Pemetaan Kerentanan Likuefaksi Skala 1:50.000



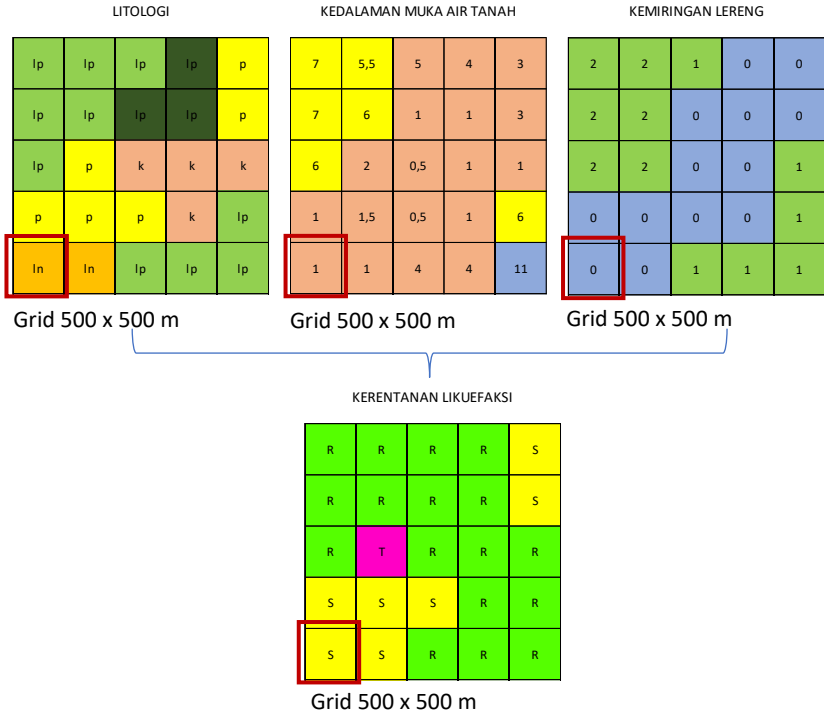
## Lampiran 2. Penilaian Kerentanan Likuefaksi 1:50.000

Litologi	Kemiringan Lereng (°)	Kedalaman Muka Air Tanah (m)	Klasifikasi
1. Pasir, lanau atau lempung plastisitas rendah, densitas pasir rendah dan konsistensi lanau atau lempung lunak – teguh tanpa atau dengan lapisan penutup* < 4 m.	≤ 1	0 - 5	Sedang
		5 - 10	Sedang
		10 – 20	Rendah
		> 20	Tidak Rentan
	> 1	0 - 5	Tinggi
		5 - 10	Tinggi
		10 - 20	Sedang
		> 20	Tidak Rentan
2.a. Lanau atau lempung plastisitas rendah, konsistensi lunak - teguh dengan lapisan penutup* >4 m.	≤ 1	0 - 5	Sedang
		5 - 10	Rendah
		10 – 20	Rendah
		> 20	Tidak Rentan
	> 1	0 - 5	Sedang
		5 - 10	Rendah
		10 - 20	Rendah
		> 20	Tidak Rentan
2.b. Lempung – lanau plastisitas sedang – tinggi, konsistensi lunak – teguh dengan ketebalan >4 m	-	-	Rendah
3. Batuan	-	-	Tidak Rentan

\*lapisan penutup merupakan lempung plastisitas sedang – tinggi dengan pengujian insitu kualitatif.

\*Penentuan litologi berdasarkan komparator ukuran besar butir, densitas pasir, dan konsistensi lempung.

### Lampiran 3. Contoh Pengolahan Data



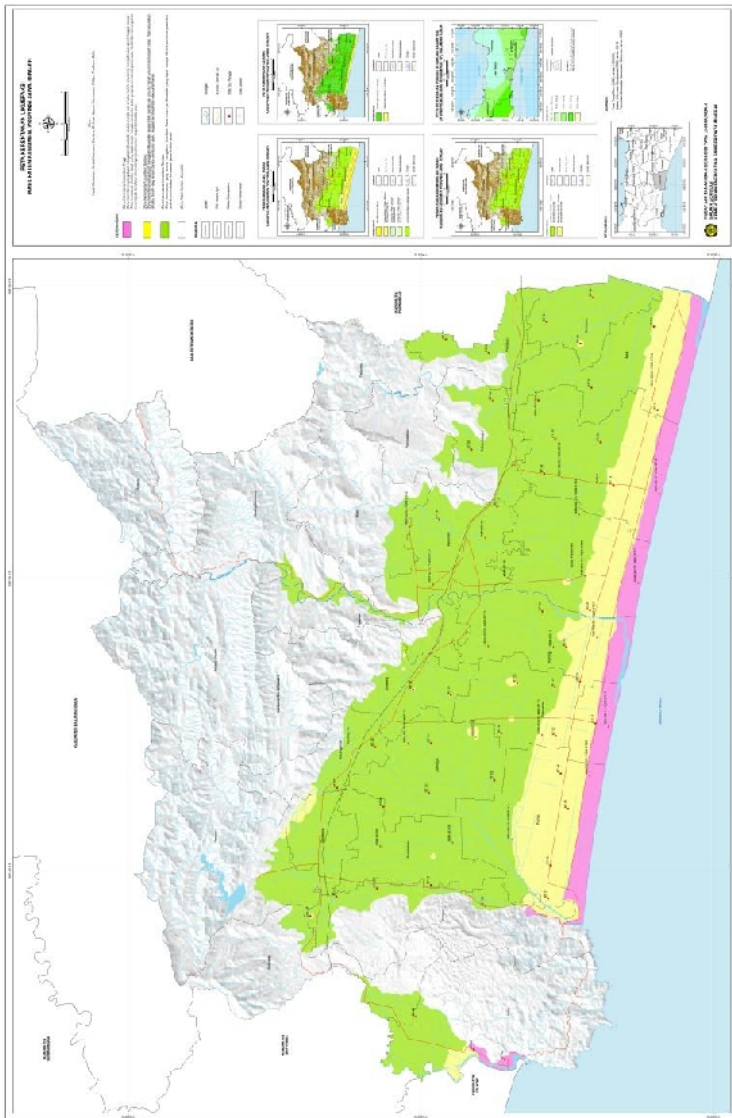
### Keterangan

k	Satuan Kerikil Endapan Sungai
p	Satuan Pasir Endapan Sungai
ln	Satuan Pasir Endapan Sungai
lp	Satuan Lempung Endapan Sungai
lp	Satuan Lempung Endapan Banjir

1	Kedalaman muka air tanah 0 - 5 m
6	Kedalaman muka air tanah 5 - 10 m
11	Kedalaman muka air tanah 10 - 15 m
0	Kemiringan lereng < 1 derajat
1	Kemiringan lereng > 1 derajat

R	Kerentanan Likuefaksi Rendah
S	Kerentanan Likuefaksi Sedang
T	Kerentanan Likuefaksi Tinggi

# Lampiran 4. Contoh Peta Kerentanan Likuefaksi Skala 1:50.000





## Bibliografi

- ASTM international D2487-00. 2000. Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System).
- Badan Geologi. 2018. Peta Geologi Tata Lingkungan Untuk Penataan Ruang Palu, Sigi, Donggala Provinsi Sulawesi Tengah. Bandung: Badan Geologi.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 2436:2008. Tata Cara Pencatatan dan Identifikasi Hasil Pengeboran Inti. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Buana, T.W., Hermawan, W., Rahdiana, R.N., Widyaningrum, R., Wahyudin, Hasibuan, G., Wiyono, Sollu, W.P. 2019. Atlas Zona Kerentanan Likuefaksi Indonesia. Badan Geologi. ISBN 978-602-9105-78-0
- Hermawan, W., Khoirina, R., Buana, T.W., Sayekti, A. 2017. Pemetaan Geologi Teknik Menunjang Pembangunan Infrastruktur di Daerah Pidie Jaya dan Sekitarnya, Provinsi Aceh. Bandung: Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan.
- Iwasaki, T., Tokida, K., Tatsuoka, F. 1981. Soil Liquefaction Potential Evaluation with Use of The Simplified Procedure. International Conferences on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamic. pp:209- 214
- Papathanassiou, G. 2010. Investigating The Effect of The Thickness of The Surficial Non-Liquefiable Layer to The Surface Manifestation of Liquefaction-Induced Failures. Auckland, New Zealand, 10 September 2010, 11th International Congress of IAEG.
- Sonmez, B., Ulusay, R., Sonmez, H. 2008. A Study on The Identification of Liquefaction-Induced Failure on Ground Surface Based on The Data Form The 1999 Kocaeli and Chi-Chi Earthquake. Engineering Geology 97:112-125

- Sugiyanto, Hermawan, Buana, T.W., Yuwana, D.A. 2006. Penyelidikan Geologi Teknik Pasca Gempa di Daerah Yogyakarta – Klaten dan Sekitarnya. Bandung: Pusat Lingkungan Geologi.
- Tim Penyelidikan Geologi Terpadu Mamuju Provinsi Sulawesi Barat. 2021. Penyelidikan Geologi Terpadu Menunjang Penataan Ruang Pada Kawasan Rawan Bencana Wilayah Mamuju Provinsi Sulawesi Barat. Bandung: Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan.
- Youd, T.L., Perkins, D.M. 1978. Mapping Liquefaction-Induced Ground Failure Potential. *Journal of The Geotechnical Engineering*, ASCE v.104, No. GT4, p.433-446
- Youd, T., Perkins, D.M., 1987. Mapping of Liquefaction Severity Index. *Journal of Geotechnical Engineering*, ASCE 113 (11), 1374–1392.
- Zang, G., Robertson, P.K., ASCE, M., Brachman, R. W. I. 2004. Estimating Liquefaction-Induced Lateral Displacements Using the Standard Penetration Test or Cone Penetration Test. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, ASCE August 2004, 881-891.