

## **ANALISIS POTENSI LIKUEFAKSI DI AREA UTARA SEMARANG DENGAN DATA N-SPT**

### ***LIQUEFACTION POTENTIAL ANALYSIS IN NORTH SEMARANG USING SPT DATA***

**Agung Hari Wibowo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman  
Korespondensi: \*[agungundaris@gmail.com](mailto:agungundaris@gmail.com)

#### **ABSTRAK**

Semarang merupakan ibukota Provinsi Jawa Tengah yang terletak di sisi utara Pulau Jawa, berbatasan langsung dengan Laut Jawa. Secara morfologis, Semarang terbagi menjadi 2 bagian yakni Semarang atas dan Semarang bawah. Semarang atas memiliki profil lereng yang relatif lebih terjal, sementara Semarang bawah memiliki topografi yang cenderung lebih landai. Dari sisi geologi, Semarang atas memiliki susunan batuan berupa volcano breccia, dan batu pasir yang berumur kuarter, sementara di bagian utara kontur cenderung lebih datar dan batuannya tersusun oleh breksi yang ditutupi aluvial cukup tebal. Selain itu Semarang juga dikelilingi oleh tiga sesar aktif (Sesar Semarang, Sesar Kendeng, dan Sesar Lasem). Gempa dengan skala M 5,6 pernah terjadi di Semarang pada 1856, disinyalir akibat aktivitas ketiga sesar tersebut. Berdasarkan data gempa terbesar yang pernah terjadi dan N-SPT beserta Bore Log yang diambil di lokasi penelitian, didapatkan potensi likuefaksi di area tersebut dengan kedalaman hingga 20 m. Potensi rendah kejadian likuefaksi ditemukan pada kedalaman 8 s/d 18 m, sementara untuk kedalaman 18 s/d 20 m berpotensi sangat rendah. Potensi tinggi terdapat pada kedalaman hingga 8 m. Dari 8 meter yang berpotensi tinggi terhadap likuefaksi tersebut, lapisan pasir kelanauan dengan kondisi jenuh pada kedalaman 6 s/d 8 m adalah segmen yang sangat berpotensi terjadi likuefaksi.

**Kata Kunci:** Gempa, Indeks Potensial Likuefaksi, Likuefaksi, NSPT, Semarang

#### ***ABSTRACT***

*Semarang is the capital of Central Java Province located on the northern side of Java Island, directly adjacent to the Java Sea. Morphologically, Semarang is divided into two parts: upper Semarang and lower Semarang. Upper Semarang has a relatively steeper slope profile, while lower Semarang has a flatter topography. In terms of geology, upper Semarang has a rock composition in the form of volcano breccia and sandstone of Quaternary age, while in the northern part the contours tend to be flatter and the rocks are composed of breccia covered by thick alluvial. Semarang is also surrounded by three active faults (Semarang Fault, Kendeng Fault, and Lasem Fault). An earthquake with a scale of M 5.6 occurred in Semarang in 1856, allegedly due to the activity of the three faults. Based on the data of the largest earthquake that ever occurred and the N-SPT and Bore Log taken at the research site, the potential for liquefaction in the area was found to be up to 20 m deep. Low potential for liquefaction is found at depths of 8 to 18 m, while for depths of 18 to 20 m the potential is very low. High potential is found at depths up to 8 m. Of the 8 meters with high potential for liquefaction, the saturated silty sand layer at a depth of 6 to 8 m is the segment with the highest potential for liquefaction.*

**Keywords:** Earthquake, Liquefaction Potential Index, Liquefaction, N-SPT, Semarang

#### **PENDAHULUAN**

Gempa 7,4 Skala Ritcher menggetarkan

Sulawesi Tengah pada 2018 yang diikuti dengan Tsunami di sepanjang Pantai Teluk Palu, dan amblasnya permukaan tanah, yang kemudian dikenal dengan likuefaksi (Wahyu Budi Kusuma,

2020). Gempa ini menjadi salah satu gempa paling mematikan di Indonesia dengan kerusakan tinggi selama 10 tahun terakhir. Jumlah korban meninggal akibat gempa di Sulawesi Tengah (Sulteng) mencapai 2.113 orang, sementara 1.309 dilaporkan hilang (Hadi & Kurniawati (2018) dalam Widiyanto et al., 2019). Kerugian material mencapai 18,48 Triliun Rupiah (Antaranews (2018) dalam Amra, 2024).

Fenomena likuefaksi akibat Gempa Sulteng 2018 banyak diperbincangkan dalam dunia penelitian. Kelurahan Petobo mengalami kerusakan terparah, ratusan rumah amblas. Fenomena likuefaksi ini sebagai dampak dari adanya gempa bumi yang salah satunya dipicu oleh aktivitas sesar Palu-Koro sebagai sesar aktif utama Pulau Sulawesi yang memiliki pergerakan 30 hingga 40 mm per tahun (Bellier et al., 2001). Dari karakteristik struktur tanah pada kawasan terdampak likuefaksi di Sulteng menunjukkan bahwa tekstur tanah termasuk aluvial yang tergolong masih muda. Lapisan atas terdiri dari tanah berpasir, lapisan tengah terdiri dari lanau jenuh, dan liat berada pada lapisan bawah (Anidhea and Suliyannah, 2022). Likuefaksi sering terjadi pada kawasan dengan tanah yang belum terkompaksi dengan elevasi muka air yang dangkal (Agustian, 2021).

Melihat kerusakan dan kerugian dampak Gempa Palu, penulis tertarik melakukan analisis potensi likuefaksi di Semarang. Karakteristik tanah di sepanjang pantai utara Jawa Tengah mewakili tanah endapan permukaan (Wibowo et al., 2023). Material lempung ditemukan dalam beberapa pengujian sepanjang Semarang – Demak diantaranya adalah Lempung Marin yang diidentifikasi berada sampai dengan kedalaman 18 – 30 m, diikuti oleh Lempung Holosen dan Lempung Pleistoren yang mengandung pasir (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2002). Beberapa wilayah di Semarang Utara terdampak pasang-surut air laut, kondisi ini memicu elevasi muka air tanah di area Semarang Utara berada cukup dekat dengan permukaan tanah.

Secara fisik, di bagian utara Semarang dilintasi oleh Jalur Pantura yang memiliki peran vital dalam perekonomian nasional. Kemudian terdapat tiga moda transportasi utama yang berada di area Utara Semarang yakni Pelabuhan Tanjung Mas, Bandar Udara Ahmad Yani, serta Stasiun Tawang. Karena daya dukung wilayah dan

kemudahan aksesibilitasnya, area utara Semarang menjadi kian padat. Pabrik, pergudangan, perkantoran, dan industri skala kecil hingga skala besar berada di kawasan ini. Selain itu terdapat pula fasilitas kesehatan maupun pendidikan di kawasan ini. Dengan fungsi utama tersebut menjadikan kawasan pantai ini adalah area yang memiliki intensitas kegiatan yang tinggi dalam arti nilai lahan yang strategis (Oktavia et al., 2012).

Struktur tanah yang merupakan aluvium dengan kondisi muka air tanah yang cukup dangkal, kondisi Semarang Utara yang merupakan kawasan dengan intensitas kegiatan yang tinggi dan bernilai strategis ini lah yang mendasari ketertarikan peneliti untuk mengkaji potensi likuefaksi di Semarang bagian Utara. Kajian potensi likuefaksi dilakukan dengan menganalisis data N-SPT.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Likuefaksi

Likuefaksi merupakan pencairan tanah yang diakibatkan oleh getaran gempa bumi. Tanah kehilangan kapasitas gesernya dengan waktu yang relatif cepat. Keadaan ini menyebabkan bidang amblasan yang cukup luas pada permukaan tanah. Idriss dan Boulanger (2008) menjelaskan bahwa likuefaksi adalah peristiwa lapisan tanah mengalami kehilangan kuat geser secara drastis akibat meningkatnya tekanan air pori sebagai akibat terjadinya tegangan siklik dalam getaran tanah yang sangat cepat dan dalam waktu sesaat (Febriana et al., 2020).

Stewart dan Knox (1995) menyebutkan bahwa likuefaksi dapat terjadi pada kedalaman lebih dari 30 m, sedangkan Youd (1979) menjelaskan bahwa potensi likuefaksi dapat terjadi pada wilayah yang tersusun oleh pasir lepas dan atau lanau dengan kedalaman muka air tanah hingga 15,2 m (Febriana et al., 2020).

Dalam 10 tahun ke belakang, terjadi 7 fenomena gempa yang disertai likuefaksi ditampilkan pada

**Tabel 1.** Kejadian likuefaksi dipicu gempa dengan magnitudo > 6,0. Kedalaman gempa bervariasi antara 10 s/d 80 km (Buana et al., 2019).

**Tabel 1** Historis Kejadian Likuefaksi di Indonesia 2015 s/d 2024

No.	Provinsi	Nama Gempa	Tanggal Kejadian	Magnitudo	Keterangan
1	Sulawesi Tengah	Pasigala	28/09/2018	M 7,5	Likuifaksi di Palu, Sigi, Donggala, dan Parigi Mountong. Flow likuefaksi di Balaroa, Petobo, dan Sibalaya
2	Nusa Tenggara Barat	Lombok Timur	19/08/2018	M 7,0	Likuefaksi di Lombok Timur
3	Nusa Tenggara Barat	Lombok Utara	08/05/2018	M 7,0	Likuefaksi di Lombok Utara
4	Sulawesi Tengah	Lembah Napu, Poso	29/05/2017	M 6,6	Likuefaksi di Lembah Napu
5	Aceh	Pidie Jaya	12/07/2016	M 6,5	Likuefaksi di Pidie Jaya
6	Kalimantan Utara	Tarakan	21/12/2015	M 6,1	Likuefaksi di Tarakan
7	Papua Barat	Sorong	25/09/2015	M 6,8	Likuefaksi di Kota Sorong

Sumber: Buana et al., 2019

#### N-SPT

*Standar Penetration Test* (SPT) merupakan instrumen untuk mengetahui sifat-sifat fisik tanah di lapangan, baik dari perlawanan dinamik maupun pengambilan sampel dengan Teknik penumbukan (Badan Standarisasi Nasional, n.d.). SPT dilakukan dengan memukul tabung silinder standar ke dasar lubang bor sedalam 45 cm dengan palu seberat 63,5 kg dan tinggi jatuh 76 cm. Pemukulan dibagi menjadi 3 tahap, yakni tiap 15 cm dicatat. Nilai perlawanan N-SPT adalah jumlah pukulan dalam penetrasi 30 cm terakhir (Sani et al., 2020). Hasil N-SPT kemudian dikorelasikan berdasarkan Terzaghi dan Peck (1967) (Warman, 2019). Klasifikasi korelasi N-SPT terhadap kepadatan relatif untuk tanah pasir ditampilkan di Tabel 2, sementara terhadap konsistensi tanah berbutir halus ditampilkan pada Tabel 3.

**Tabel 2** Deskripsi Kualitatif Kerapatan Relatif Tanah Berbutir Kasar

N-SPT	Kepadatan Relatif
0 – 4	Sangat Lepas
4 – 10	Lepas
10 – 30	Menengah
30 – 50	Padat
> 50	Sangat Padat

**Tabel 3** Variasi Korelasi N-SPT dengan Konsistensi Tanah Berbutir Halus

N-SPT	Konsistensi
0 – 2	Sangat Lunak

N-SPT	Konsistensi
2 – 4	Lunak
4 – 8	Sedang
8 – 15	Kaku
15 – 30	Sangat Kaku
> 30	Keras

Sumber: Terzaghi and Peck, 1967

Mase (2018) telah melakukan studi keandalan metode analisis menggunakan SPT pada kejadian gempa bumi dengan kekuatan M 8,6 di Bengkulu 2007. Hasil penelitiannya menyatakan bahwa metode Idriss dan Boulanger (2008) merupakan paling mendekati kejadian likuefaksi di lapangan (Febriana et al., 2020). Data SPT digunakan untuk menentukan nilai CRR (*Cyclic Resistance Ratio*) yang merupakan nilai ketahanan suatu lapisan tanah terhadap tegangan siklik. Pada prinsipnya nilai CRR kemudian dibandingkan dengan CSR (*Cyclic Stress Ratio*) yakni tegangan geser siklik yang terjadi akibat gempa. Berdasarkan nilai CRR dan CSR maka dapat dihasilkan LPI (*Liquefaction Potential Index*) yang menentukan besaran potensi suatu lapisan tanah rentan terhadap likuefaksi (Hidayatullah and Hasani, 2022).

**Tabel 4** Bobot Potensi Kejadian Likuefaksi Metode LPI

Nilai LPI	Potensi Kejadian Likuefaksi
LPI = 0	Sangat Rendah
0 < LPI < 5	Rendah
5 < LPI < 15	Tinggi

Nilai LPI	Potensi Kejadian Likuefaksi
LPI > 15	Sangat Tinggi

Sumber: Iwasaki et al., 1982 dalam Mokoginta and Irawan (2022)

Persamaan yang dipakai untuk menghitung CRR (Seed dan Idriss, 1971), CSR (A.F. Rauch, 1997), SF, dan LPI (Iwasaki et all., 1982) ditampilkan pada persamaan (1) s/d (5) (Mokoginta and Irawan, 2022).

$$CSR = 0,65 \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \left( \frac{\sigma_v}{\sigma'_{v}} \right) r_d \quad (1)$$

$$r_d = \frac{1.000 - 0,4223z^{0,5} + 0,04052z + 0,001753z^{1,5}}{(1.000 - 0,4177z^{0,5} + 0,05729z - 0,006205z^{1,5} + 0,001210z^2)} \quad (2)$$

$$CRR_{7,5} = \frac{1}{34 - (N_1)_{60}} + \frac{(N_1)_{60}}{135} + \frac{50}{[10(N_1)_{60} + 45]^2} - \frac{1}{200} \quad (3)$$

$$SF = \frac{CRR}{CSR} \quad (4)$$

$$LPI = \int_0^{30} F w(z) dz \quad (5)$$

Dengan,

CSR : *cyclic stress ratio*

$\sigma_v$  : tegangan total tanah ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )

$\sigma'_{v}$  : tegangan efektif tanah ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )

$a_{max}$  : PGA ( $\text{m}/\text{s}^2$ )

$r_d$  : faktor reduksi kedalaman

$g$  : percepatan gravitasi ( $9,81 \text{ m}/\text{s}^2$ )

CRR : *cyclic resistance ratio*

LPI : *nilai liquefaction potential index*

F : potensi kejadian likuefaksi, ditentukan dengan persamaan  $F = (1-SF)$  untuk  $SF < 1$ , dan  $F = 0$  untuk  $SF > 1$

w (z) : faktor bobot kedalaman,  $w(z) = 10 - 0,5 z$ ; dengan z adalah kedalaman yang ditinjau, maksimum 30 m

## Potensi Likuefaksi dari Data N-SPT

Febriana et al. (2020) melakukan penelitian mengenai potensi likuefaksi di daerah cekungan Bandung berdasarkan data SPT dengan hasil bahwa potensi likuefaksi terjadi hingga kedalaman 30 m. Kondisi tanah dan kedalaman muka air tanah yang berbeda-beda menyebabkan besaran angka potensial likuefaksi yang berbeda-beda pula. Hasil penelitian menunjukkan pentingnya Menyusun mikrozonasi kerentanan penurunan tanah akibat likuefaksi.

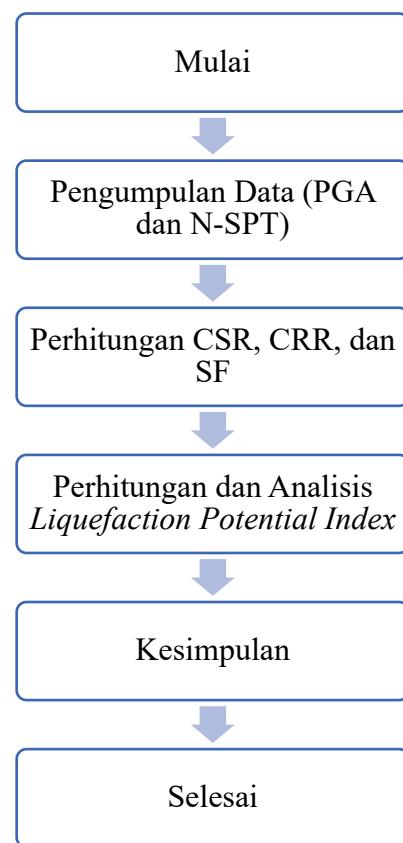
Hidayatullah and Hasani (2022) menyatakan potensi likuefaksi di Proyek Pemangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta berada pada kedalaman 1 – 5 m. Tanah yang mengalami potensi likuefaksi yaitu

konsentrasi tanah sangat lepas, lepas, dan medium yang terdapat pada nilai N-SPT < 25. Sementara (Tini et al., 2017) menyatakan bahwa hasil analisis potensi likuifaksi di daerah Bantul DIY dengan data SPT pada lapisan tanah dengan kedalaman 0.2 m-4 m.

Nisa et al., (2024) meneliti tentang metode *cyclic stress* dalam analisis likuefaksi bangunan gedung 9 lantai di Semarang dengan menggunakan data hasil uji SPT, kelas tanah, dan percepatan gempa maksimum (PGA). Hasil analisis menunjukkan potensi likuefaksi terjadi pada kedalaman 4 m sementara di kedalaman 6 m relatif aman. Sehingga penggunaan fondasi disarankan adalah pondasi dalam kedangar Panjang  $\geq 6,00$  m.

Beberapa penelitian di atas menunjukkan bahwa data N-SPT dapat digunakan untuk analisis potensi likuifaksi. Penelitian ini kemudian memadukan data N-SPT dan faktor geologi regional seperti adanya sesar atau zona subduksi gempa yang berada di sekitar area penelitian untuk menganalisis *liquefaction potential index* (LPI) atau angka yang menggambarkan potensi likuifaksi di suatu wilayah.

## METODE



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

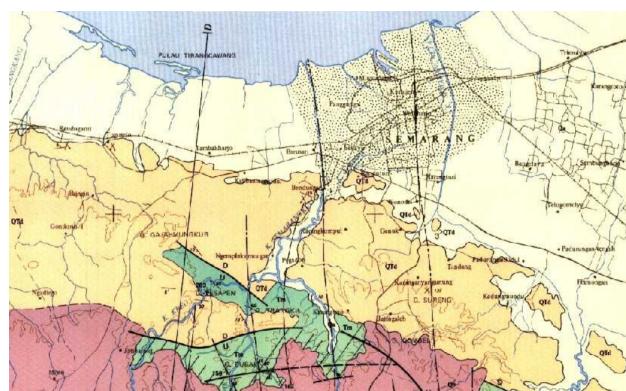
Lokasi penelitian berada di Semarang bagian utara yang berbatasan langsung dengan Laut Jawa.

Lokasi ini memang tidak sedekat Pulau Jawa bagian Selatan dengan zona subduksi gempa tektonik. Namun bukan berarti Semarang aman terhadap gempa berskala besar. Sejarah kegempaan menunjukkan kejadian gempa bumi di Semarang pada tanggal 19 Januari 1856 berkekuatan VI-VII MMI (atau setara dengan magnitude 5,6) menyebabkan kerusakan. Kejadian gempa bumi ini dimungkinkan karena keberadaan sesar aktif (Hidayat, 2013). Secara geologis, Semarang bagian utara diapit oleh tiga sesar aktif di Jawa Tengah, yakni Sesar Semarang (sering disebut Sesar Kaligarang), Sesar Kendeng, dan Sesar Lasem. Keberadaan sesar yang menyebabkan potensi gempa ini kemudian dipadukan dengan data N-SPT yang diperoleh untuk mendapatkan angka LPI yang mengindikasikan tingkat kerentanan suatu wilayah terhadap potensi likuefaksi. Data gempa yang digunakan adalah Gempa yang pernah terjadi pada 19 Januari 1856 sebagai gempa tersbesar yang pernah terjadi di Semarang. Tahapan penelitian ditampilkan pada **Error! Reference source not found..**

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

## Aspek Geologi Semarang Utara

Wilayah Semarang tersusun dari morfologi yang berbeda antara bagian selatan dan utara. Daerah selatan memiliki kontur yang relative lebih terjal dan tersusun atas *volcano breccia*, dan batu pasir yang berumur kuarter, sementara di bagian utara kontur cenderung lebih datar dan batuannya tersusun oleh breksi yang ditutupi aluvial.

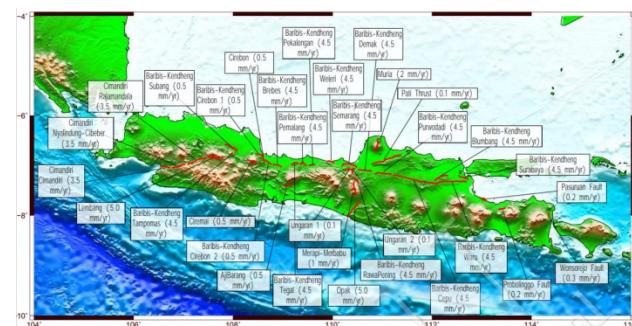


**Gambar 2** Geologi Regional Semarang  
Sumber: (Thaden et al., 1975)

Dari Gambar 2, statigrafi wilayah Semarang tersusun atas formasi Kaligetas, Kalibening, Kaligesik, Jongkong, Damar, dan Gajahmungkur.

Sementara di bagian utara yang memiliki topografi lebih rendah, jenis tanah didominasi oleh aluvial. Dataran aluvial sendiri memiliki karakteristik daya dukung rendah, terdiri dari material lempung dan pasir yang belum terkompaksi, permeabilitas rendah, dan tingkat kompresi tinggi.

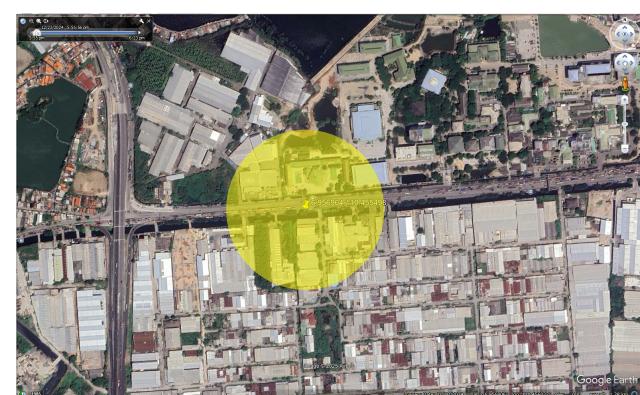
Dari aspek geologi regional, terdapat 3 sesar aktif yang mengelilingi Semarang, yakni Sesar Semarang, Sesar Kendeng, dan Sesar Lasem (Pusat Studi Gempa Nasional, 2017). Sesar Kendeng membentang dari Jawa bagian barat hingga Jawa bagian timur dengan mekanisme gerak sesar naik dengan arah *dipping* ke selatan. Koulali, dkk. (2016) menyatakan bahwa sesar Kendeng aktif bergerak dengan kecepatan sebesar 5 mm/tahun. Sementara Sesar Semarang memiliki pergerakan 4,5 mm/tahun dan Sesar Lasem 0,1 mm/tahun (Pusat Studi Gempa Nasional, 2017). Peta laju geser segmen sesar di Pulau Jawa ditampilkan pada **Gambar 3**.



### **Gambar 3 Laju Geser Segmen-segmen Sesar di Jawa**

Sumber: (Pusat Studi Gempa Nasional, 2017)

## Data N-SPT



**Gambar 4** Lokasi Titik Standar Penetration Test  
Sumber: Google Earth (2025)

*Standar Penetration Test* dilakukan di sisi Jalan Raya Kaligawe Semarang pada koordinat -

6,956904; 110,455498 yang ditampilkan pada **Error! Reference source not found.**. Pengeboran dilakukan hingga kedalaman -30.00 m. Hasil pengujian menunjukkan tipe lapisan sampai kedalaman -2,00 adalah tanah timbunan. Lempung kelanauan berada pada lapisan -2,00 s/d -4,00. Lapis berikutnya menunjukkan tipe pasir kelanauan berwarna hitam dengan konsistensi sangat lepas sampai dengan lepas. Kedalaman -12,00 s/d -30,00 menunjukkan karakteristik lempung dengan konsistensi sangat lunak hingga lunak. Hasil lengkap ditampilkan pada **Tabel 5**.

**Tabel 5** N-SPT dan Bore Log di Lokasi Pengujian

Depth	N-SPT	Layer Type	Description
-2	5	Timbunan	Batu kerikil, setengah padat, warna abu-abu
-4	3	Lempung	Warna abu-abu
		Kelanauan	coklat, lunak
-6	3		Warna hitam,
-8	2		sangat lepas
-10	2	Pasir Kelanauan	sampai lepas
-12	4		
-14	2		Sisipan kulit
-16	2	Lempung	kerang, warna

Sumber: Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Diponegoro, 2024)

### Potensi Likuefaksi

Perhitungan potensi likuefaksi dilakukan dengan beberapa tahapan, yakni menghitung CSR, CRR, dan SF sebagaimana ditampilkan pada persamaan 1 s/d 4.  $a_{max}$  digunakan M 5,8 sesuai dengan sejarah gempa terbesar yang pernah terjadi di Semarang. Nilai  $g$  adalah 9,81. Sementara nilai tegangan total ( $\sigma$ ) dan tegangan efektif ( $\sigma'$ ) adalah fungsi dari berat volume (**Error! Reference source not found.**) dan kedalaman. Tinjauan dilakukan sampai dengan kedalaman 20 m sesuai dengan Persamaan 5. Hasil perhitungan ditampilkan pada **Tabel 6**.

**Tabel 6** Hasil Perhitungan CSR, CRR, dan SF Berdasarkan Data N-SPT

Kedalaman	N-SPT	Layer Type	$\sigma$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma'$ (kN/m <sup>2</sup> )	$R_d$	CSR	CRR	SF
2	5	Timbunan	28.00	23.10	1.0007	0.45	0.07	0.16
4	3	Lempung	64.00	44.38	1.0014	0.54	0.06	0.11
6	3	Pasir	90.40	70.78	1.0022	0.47	0.06	0.12
8	2	Pasir	116.00	96.38	1.0029	0.45	0.05	0.12
10	2	Pasir	141.60	121.98	1.0036	0.43	0.05	0.12
12	4	Pasir	168.80	149.18	1.0044	0.42	0.06	0.15
14	2	Lempung	199.47	179.85	1.0051	0.41	0.05	0.13
16	2	Lempung	230.13	210.51	1.0058	0.41	0.05	0.13
18	3	Lempung	262.13	242.51	1.0065	0.40	0.06	0.14
20	4	Lempung	295.47	275.85	1.0072	0.40	0.06	0.16

**Tabel 7** Hasil Perhitungan LPI dan Bobot Potensial Likuefaksi

Kedalaman	N-SPT	Layer Type	CSR	CRR	SF	F	LPI	Keterangan
2	5	Timbunan	0.45	0.07	0.16	0.84	7.56	Tinggi
4	3	Lempung	0.54	0.06	0.11	0.89	7.13	Tinggi
6	3	Pasir	0.47	0.06	0.12	0.88	6.14	Tinggi
8	2	Pasir	0.45	0.05	0.12	0.88	5.29	Tinggi

Kedalaman	N-SPT	Layer Type	CSR	CRR	SF	F	LPI	Keterangan
10	2	Pasir	0.43	0.05	0.12	0.88	4.39	Rendah
12	4	Pasir	0.42	0.06	0.15	0.85	3.38	Rendah
14	2	Lempung	0.41	0.05	0.13	0.87	2.62	Rendah
16	2	Lempung	0.41	0.05	0.13	0.87	1.74	Rendah
18	3	Lempung	0.40	0.06	0.14	0.86	0.86	Rendah
20	4	Lempung	0.40	0.06	0.16	0.84	0	Sangat Rendah

Dari **Tabel 6** diperoleh kesimpulan bahwa seluruh lapisan berpotensi terjadi likuefaksi. Nilai SF menunjukkan  $< 1.00$ . Maka dengan gempa skala M 5,6 likuefaksi berpotensi terjadi hingga kedalaman 20 m. Sementara bobot tingkat kerawanan likuefaksi (Iwasaki et al., 1982) ditampilkan dalam **Tabel 7****Tabel 7** Hasil Perhitungan LPI dan Bobot Potensial Likuefaksi.

Potensi likuefaksi terdeteksi hingga kedalaman 20 m. Potensi tinggi kejadian likuefaksi ditemukan hingga kedalaman 8 m. Kedalaman 8 s/d 18 berpotensi rendah, sementara di kedalaman 18 s/d 20 m potensi likuefaksi adalah sangat rendah. Dari data tersebut, potensi kejadian likuefaksi terbesar berada pada kedalaman 6 s/d 8 m. Tipe lapisan berupa pasir kelanauan dalam kondisi jenuh membuat potensi kejadian likufaksi cukup tinggi pada kedalaman tersebut.

## KESIMPULAN

Posisi Semarang secara geologis terletak diantara tiga sesar aktif yakni Sesar Semarang, Sesar Kendeng, dan Sesar Lasem. Keberadaan ketiga sesar tersebut membuat Semarang menyimpan potensi kejadian kegempaan. Dari sejarah kegempaan, Semarang pernah mengalami gempa dengan skala M 5,8 yang terjadi pada 19 Januari 1856 yang disinyalir akibat pergerakan ketiga sesar tersebut. Statigrafi Semarang bagian utara yang didominasi tanah aluvial dengan muka air tanah cukup dangkal membuat lokasi ini rawan terjadi likuefaksi sebagai akibat dari aktivitas kegempaan. Dengan menggunakan gempa rancangan sebesar M 5,8 sesuai gempa terbesar yang pernah terjadi, dipadukan dengan data Bor Log dan N-SPT yang diambil di lokasi penelitian, ditemukan potensi likuefaksi hingga kedalaman 20 m. Pada kedalaman 0 s/d 8 lokasi penelitian berpotensi tinggi terjadi likuefaksi, sementara untuk kedalaman 8 s/d 18 berpotensi rendah. Untuk kedalaman 18 s/d 20 potensi likuefaksi adalah sangat rendah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, Y., 2021. Likuefaksi. JITTER: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan 8, 209–215.
- Amra, I., 2024. Analisis Potensi Ekonomi Daerah Kota Palu Pasca Bencana Gempa Bumi, Likuefaksi, dan Tsunami Tahun 2018. Anterior 23, 78–85.
- Anidhea, N., O., Suliyana, 2022. Identifikasi Karakteristik Struktur Tanah dan Mitigasi Bencana Likuifaksi di Sulawesi Tengah. In: Seminar Nasional Fisika (SNF) Unesa 2021. pp. 144–150.
- Badan Standirasi Nasional, n.d. SNI 4153:2008 Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan SPT. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Bellier, O., Sébrier, M., Beaudouin, T., Villeneuve, M., Braucher, R., Bourlès, D., Siame, L., Putranto, E., Pratomo, I., 2001. High slip rate for a low seismicity along the Palu-Koro active fault in central Sulawesi (Indonesia). Terra Nova 13, 463–470.
- Buana, T.W., Hermawan, W., Rahdiana, R.N., Widyaningrum, R., Wahyudin, Hasibuan, G., Wiyono, Sollu, W.P., 2019. Atlas Zona Kerentanan Likuefaksi Indonesia. Jakarta.
- Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah, 2002. Panduan Geoteknik 1 Proses Pembentukan dan Sifat-sifat Dasar Tanah Lunak.
- Febriana, R.P., Feranie, S., Tohari, A., 2020. Analisis Potensi Likuefaksi di Daerah Cekungan Bandung Berdasarkan Data Standard Penetration Test (SPT) Analysis of Liquefaction Potential in Bandung Basin Area Based on Standard Penetration Test (SPT) Data. Journal of Environment and Geological Hazards 11, 25–39.
- Hidayat, E., 2013. Identifikasi Sesar Aktif di Sepanjang Jalur Kali Garang, Semarang. Geo-Hazrd 23, 31–37.
- Hidayatullah, F.K., Hasani, I.A., 2022. Analisis Potensi Likuefaksi dengan Data CPT dan SPT Studi Kasus: Tanah Yogyakarta (Undergraduated Thesis). Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.
- Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Diponegoro, 2024. Bore Log No. BH-1 Jalan

- Raya Kaligawe - Terboyo Kulon, Kec. Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah. Semarang.
- Mokoginta, N.K., Irawan, A., 2022. Analisis Tingkat Potensi Likuefaksi di Kota Manado Menggunakan Metode Liquefaction Potential Index. *Jurnal Kajian Teknik Sipil* 7, 14–23.
- Nisa, M.A., Fajarwati, Y., Purwanto, D., 2024. Penerapan Metode Cyclic Stress dalam Analisis Likuifaksi pada Hotel 9 Lantai di Semarang. De'Teksi: *Jurnal Teknik Sipil* 9, 20–28.
- Oktavia, M.I., Parman, S., Setyowati, D.L., 2012. Analisis Sebaran Genangan Pasang Air Laut (Rob) Berdasarkan High Water Level dan Dampaknya Pada Penggunaan Lahan di Kecamatan Semarang Utara. *Geo-Image* 1, 13–20.
- Pusat Studi Gempa Nasional, 2017. Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Sani, R.A., Soebowo, E., Fikri, A.M., Sadisun, I.A., 2020. Engineering Characteristics of Quaternary Sediment Related to Potential Geological Hazards in the Lower Cimanuk Catchment Area. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi* 11, 161–173.
- Terzaghi, K., Peck, R.B., 1967. *Theoretical Soil Mechanics*. John Wiley and Sons, Inc, London.
- Thaden, R.E., Sumadirdja, H., Richards, P.W., 1975. Peta Geologi Lembar Magelang dan Semarang, Jawa. Jakarta.
- Tini, Tohari, A., Iryanti, M., 2017. Analisis Potensi Likuifaksi Akibat Gempa Bumi Menggunakan Metode SPT (Standar Penetration Test) dan CPT (Cone Penetration Test) di Kabupaten Bantul, Yogyakarta. *Wahana Fisika* 2, 8–27.
- Wahyu Budi Kusuma, 2020. Analisa Kuantitatif dan Kualitatif Potensi Likuifaksi. *Majalah Ilmiah Swara Patra* 10, 5–16.
- Warman, R.Satria., 2019. Kumpulan Korelasi Parameter Geoteknik Dan Pondasi. Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Wibowo, A.H., Hartopo, Apriyanto, T., 2023. Analisis Data N-SPT di Ruas Jalan Tol Semarang - Demak Seksi II (STA. 10+690 s/d 27+000). *Rang Teknik Journal* 6, 242–250.
- Widiyanto, W., Santoso, P.B., Hsiao, S.C., Imananta, R.T., 2019. Post-event Field Survey of 28 September 2018 Sulawesi Earthquake and Tsunami. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 19, 2781–2794.