

ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI DI KABUPATEN JEPARA DENGAN MENGUNAKAN METODE CSR DAN CRR

Rafli Wiradisastra¹, Syarif Hidayatullah², Lisa Fitriyana³, Abdul Rochim⁴
^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang
raflisastra@gmail.com

ABSTRAK

Likuifaksi umumnya terjadi pada tanah berpasir atau lempung jenuh air. Wilayah TPI Ujung Batu Kabupaten Jepara termasuk yang memiliki jenis tanah tersebut dan berdasarkan peta zona kerentanan likuifaksi Indonesia, bagian pesisir wilayah Jepara terindikasi berpotensi terhadap likuifaksi secara merata. Penelitian ini bertujuan mengetahui potensi likuifaksi di lokasi tersebut. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu perhitungan manual dengan membandingkan antara nilai Cyclic Stress Ratio (CSR) dengan nilai Cyclic Resistance Ratio (CRR) untuk mengetahui nilai Safety Factor (SF). Nilai SF tersebut digunakan untuk mengetahui tingkatan potensi dan tingkatan risiko likuifaksi dengan analisis Liquefaction Potential Index (LPI) dan Liquefaction Risk Index (LRI). Berdasarkan metode CSR dan CRR didapatkan hasil bahwa MAT kedalaman 0,5 m, 1 m, 2 m menunjukkan adanya potensi likuifaksi. Baik MAT 0,5 m, 1 m maupun 2 m pada kedalaman 0 - 2,5 m, lapisan tanah tersebut mempunyai potensi likuifaksi yang tinggi. Pada kedalaman 2,5 m - 5 m berpotensi likuifaksi sedang. Sedangkan kedalaman 5 m - 30 m dengan MAT 0,5 m, 1 m dan 2 m tergolong tanah yang berpotensi likuifaksi rendah.

Kata Kunci : *Likuifaksi, Jepara, CSR, dan CRR*

Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia terletak di persimpangan antara tiga lempeng tektonik utama dunia yang menyebabkan tingginya aktivitas seismik di berbagai wilayah. Kondisi ini menjadikan beberapa daerah di Indonesia, termasuk Kabupaten Jepara di Jawa Tengah, memiliki potensi mengalami likuifaksi saat terjadi gempa bumi. Menurut I.M. Idriss & Boulanger (2008) likuifaksi adalah peristiwa berkurangnya kuat geser tanah karena peningkatan tekanan air pori yang berlebihan selama getaran gempa. Sarah & Soebowo (2018) dalam penelitiannya mengidentifikasi bahwa Kabupaten Jepara, yang terletak di pesisir utara Jawa Tengah, memiliki karakteristik geologi berupa endapan aluvial dengan muka air tanah yang relatif dangkal, sehingga berpotensi tinggi mengalami likuifaksi.

Salah satu wilayah di Inonesia yang berpotensi terhadap peristiwa likuifaksi adalah Kabupaten Jepara yang berada di pesisir utara Pulau Jawa (Muhammad et al., 2019). Secara geologi, wilayah Jepara didominasi oleh lapisan

tanah berpasir yang jenuh air dan memiliki kedalaman air tanah yang relatif dangkal, kondisi yang sangat rentan terhadap terjadinya likuifaksi. Wilayah ini juga terletak di zona seismik aktif, dengan adanya sumber gempa yang berasal dari aktivitas sesar aktif, baik sesar utama maupun sesar-sesar kecil yang ada di sekitar wilayah Jawa Tengah. Aktivitas gempa bumi di wilayah Jepara, meskipun tidak sebesar daerah lain seperti Yogyakarta atau Padang, tetap menjadi ancaman bagi kestabilan tanah dan struktur bangunan di kawasan ini.

Dalam menganalisis potensi likuifaksi yaitu dengan membandingkan antara nilai *Cyclic Stress Ratio* (CSR) dengan *Cyclic Resistance Ratio* (CRR). CSR merupakan salah satu parameter utama yang berperan dalam fenomena likuifaksi tanah, terutama pada tanah berpasir atau non-cohesive soils. Penelitian oleh (Dobry et al., 1982) menyatakan bahwa nilai CSR yang lebih tinggi berkorelasi dengan peningkatan kemungkinan likuifaksi, di mana CSR menggambarkan besarnya energi yang diterapkan pada tanah akibat beban siklik. Selain itu, studi lebih lanjut oleh (Youd & Idriss, 2001) menyimpulkan bahwa likuifaksi lebih mungkin terjadi pada kondisi CSR tinggi, terutama pada tanah yang memiliki kadar air tinggi dan kurang kohesif. CRR adalah ukuran kemampuan tanah untuk menahan tegangan siklik berulang sebelum terjadi likuifaksi atau deformasi berlebihan. Terdapat berbagai metode dalam mengetahui nilai CSR, salah satunya yaitu metode *Japan Rail Association* (JRA). Pada metode JRA (1996) nilai CRR dianalisis dengan menggunakan faktor c_w yang diperoleh berdasarkan mekanisme gempa yang terjadi, yakni gempa (EQ) tipe I atau tipe II. Tipe I khusus gempa akibat aktifitas subduksi, sedangkan Tipe II untuk intraplat benua (Mase, 2018). Sedangkan dalam menganalisis nilai CRR, salah satu metode yang biasa digunakan yakni metode Tokimatsu- Yoshimi, dimana metode ini mempertimbangkan level kerentanan likuifaksi yang dinyatakan sebagai koefisien C_s . Menurut Chang dkk. (2011), nilai C_s yang digunakan umumnya berada dalam rentang 80 - 90. Nilai $C_s=75$ digunakan untuk kejadian likuifaksi berat. Dalam analisis likuifaksi, perbandingan antara CSR dan CRR sangat penting. Berdasarkan penelitian (Seed & Idriss, 1971), rasio CRR/CSR yang lebih rendah menunjukkan potensi likuifaksi yang lebih besar pada suatu lokasi. Nilai CSR dan CRR tersebut akan dibandingkan untuk mengetahui nilai Safety Factor (SF). Dimana, apabila nilai $SF < 1$, maka menunjukkan adanya potensi likuifaksi.

Studi ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi terjadinya likuifaksi di Kabupaten Jepara dengan menggunakan analisis perbandingan antara nilai CSR dengan CRR. Penelitian ini menganalisis potensi likuifaksi menggunakan faktor – faktor yang mempengaruhi likuifaksi, seperti jenis tanah, kedalaman muka air tanah, dan faktor lain yang berkaitan dengan kejadian gempa bumi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai potensi likuifaksi serta faktor – faktor penentu terjadinya fenomena tersebut di Kabupaten Jepara.

2 METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

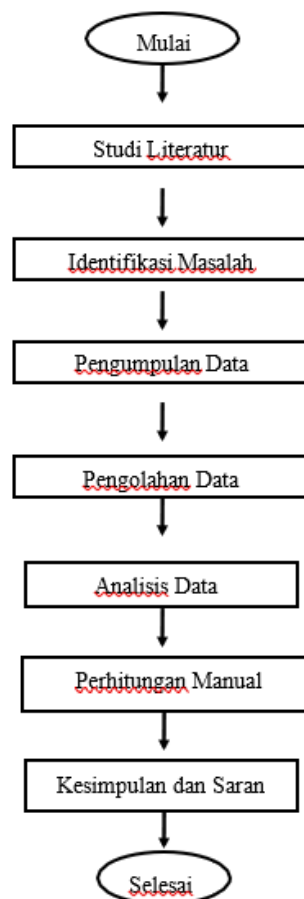
Lokasi penelitian ini berada di TPI Ujung Batu, Kabupaten Jepara. Untuk uji geoteknik di lapangan menggunakan alat bor mesin sampai pada kedalaman 0.00 - 20.00 m untuk tanah lempung berpasir.



Gambar 1. Lokasi Penelitian TPI Ujung Batu, Kabupaten Jepara (Sumber: Google Earth).

2.2 Alur Penelitian

Alur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini



Gambar 2. Alur Penelitian

2.3 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data yang diperoleh secara tidak langsung disebut sebagai data sekunder. Dengan kata lain, pengetahuan ini dapat diperoleh dari publikasi, jurnal, hasil penelitian, dan data yang berkaitan dengan subjek penelitian. Tugas akhir ini disusun dengan menggunakan data sekunder

dari Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Data tanah tersebut sebagai berikut:

Tabel 1. Data Tanah TPI Ujung Batu Jepara (Sumber: Laboratorium Tanah Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung)

Kedalaman (m)	MAT	N - SPT	Deskripsi Tanah
0 - 2,5	▼	2	Sand Very Loose
2,5 - 5		4,25	Sand Loose
5 - 15		19,83	Sand Clay Loam Medium
15 - 30		38,17	Sand Clay Loam Dense

2.4 Pengolahan Data

Dari data yang di peroleh berupa data *bore log* tanah pasir Kabupaten Jepara, maka di lakukan pengolahan dan korelasi dengan memasukkan datanya ke dalam program *MS.Excel* untuk melakukan analisis dengan Metode *Simplified Procedure*. Pengolahan data ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui potensi likuifaksi pada Lokasi tersebut. Dalam penelitian ini, langkah – langkah pengolahan data sebagai berikut:

- 1) Menentukan kelas situs tanah
- 2) Menghitung nilai *Peak Ground Accelaration* berdasarkan kelas situs tanah
- 3) Menghitung nilai CSR
- 4) Menghitung nilai CRR
- 5) Menghitung nilai *Safety Factor* (SF)
- 6) Mengetahui potensi likuifaksi berdasarkan nilai SF
- 7) Menghitung nilai *Liquefaction Potential Index* (LPI) untuk mengetahui tingkatan potensi likuifaksi yang terjadi

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Menentukan Kelas Situs Tanah

Berdasarkan artikel ilmiah yang ditulis oleh (Windyarini, 2023), penentuan kelas situs tanah dapat dilakukan dengan persamaan berikut :

$$N_{CH} = \frac{\Sigma N-SPT \text{ rata-rata}}{\Sigma \text{Tebal Lapisan}} \quad (1)$$

Kemudian, nilai N_{CH} tersebut dapat diklasifikasikan berdasarkan SNI 1726:2019

Berdasarkan persamaan tersebut, kelas situs tanah Lokasi Penelitian dapat dilihat pada Tabel 2. Berikut :

Tabel 2. Perhitungan Kelas Situs Tanah

Kedalaman (m)	Tebal Lapisan (m)	N	NCH (Tebal lapisan x N)
0 - 2,5 m	2,5	2	5,000
2,5 - 5 m	2,5	4,25	10,625
5 - 15 m	10	19,83	198,300
15 - 30 m	15	38,17	572,550
Jumlah	30		786,475

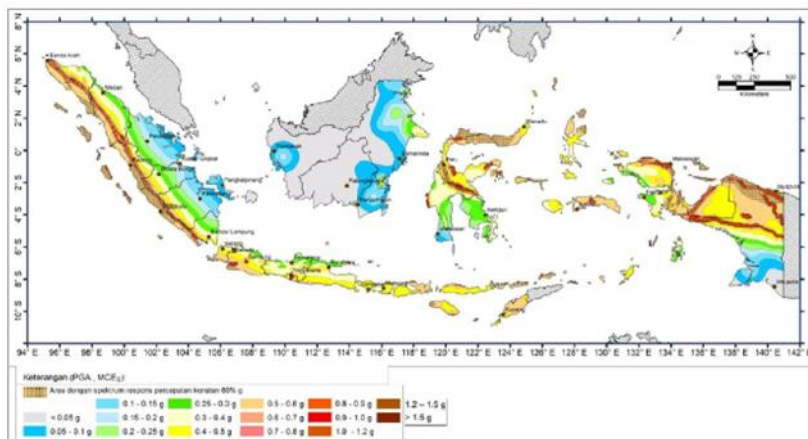
Jumlah Tebal Lapisan	30
Jumlah NCH	786,475
NCH	26,216

	Situs Kelas Tanah	SD
--	-------------------	----

Berdasarkan perhitungan tersebut, situs kelas tanah tersebut sesuai dengan SNI 1726:2019 tergolong dalam kelas situs SD karena memiliki nilai $15 < NCH < 50$, yaitu 26,216.

3.2 Menentukan Faktor Amplifikasi

Berdasarkan Peta Zona Gempa Indonesia dalam SNI 1726:2019 yang dapat dilihat pada Gambar 3. berikut, wilayah Jepara memiliki nilai PGA (a_{max}) = 0,25 g



Gambar 3. Peta Zona Gempa di Indonesia (Sumber: SNI 1726:2019)

Berdasarkan SNI 1726:2019, faktor amplifikasi koefisien situs PGA berdasarkan kelas situs tanah SD yaitu 1,35. Nilai tersebut diketahui berdasarkan interpolasi sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 y &= y_1 + ((y_2 - y_1) \times \left(\frac{x - x_1}{x_2 - x_1}\right)) \\
 &= 1,4 + ((1,3 - 1,4) \times \left(\frac{0,25 - 0,2}{0,3 - 0,2}\right)) \\
 &= 1,35
 \end{aligned}$$

3.3 Menentukan Nilai Percepatan Muka Tanah di Permukaan (A_{max})

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Pratiwi, 2018), penentuan nilai percepatan muka tanah dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 A_{\max} &= \alpha_{\max} \times \text{Faktor Amplifikasi} \\
 &= 0,25 \text{ g} \times 1,35 \\
 &= 0,3375 \text{ g}
 \end{aligned}$$

Sehingga, nilai A_{\max} yang digunakan dalam analisis perhitungan likuifaksi dengan Metode *Simplified Procedure* sebesar 0,3375 g.

3.4 Perhitungan *Cyclic Stress Ratio* (CSR)

a. Hasil perhitungan *Cyclic Stress Ratio* (CSR) dengan variasi muka air tanah (MAT) pada kedalaman 0,5 m dapat dilihat pada Tabel 3. berikut :

Tabel 3. Hasil Perhitungan CSR dengan kedalaman MAT 0,5 m

Kedalaman (m)	N-SPT	γ (kN/m ³)	γ_w (kN/m ³)	σ_v (kN/m ²)	μ (kN/m ²)	σ'_v (kN/m ²)	α_{\max} (g)	r_d	$\frac{g}{g}$	CSR
2,5	2	16,955	9,81	42,388	19,620	22,768	0,3375	0,963	1	0,605
5	4,25	16,855	9,81	84,525	44,145	40,380	0,3375	0,925	1	0,653
15	19,83	16,256	9,81	247,085	142,245	104,840	0,3375	0,775	1	0,612
30	38,17	15,362	9,81	477,515	289,395	188,120	0,3375	0,550	1	0,471

Perhitungan nilai CSR tersebut berdasarkan metode yang dikembangkan oleh *Japan Rail Association* (JRA) (1996) dalam (Mase, 2018) dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{CSR} = r_d \times \left(\frac{\alpha_{\max}}{g} \right) \times \left(\frac{\sigma_v}{\sigma'_v} \right), \text{ Dimana nilai } r_d \text{ sebagai berikut :}$$

$$r_d = 1 - 0,015z$$

Perhitungan tersebut sebagai berikut :

$$\text{a) } \sigma_v = \gamma \times h$$

$$= 16,955 \text{ kN/m}^3 \times 2,5 \text{ m}$$

$$= 42,388 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{b) } \mu = \gamma_w \times h \text{ (dari muka air tanah)}$$

$$= 9,81 \text{ kN/m}^3 \times 2 \text{ m}$$

$$= 19,620 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{c) } \sigma'_v = \sigma_v - \mu$$

$$= 42,388 \text{ kN/m}^2 - 19,620 \text{ kN/m}^2$$

$$= 22,768 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{d) } r_d = 1 - 0,015 \times 2,5$$

$$= 1 - 0,0375$$

$$= 0,963$$

$$\text{e) } \text{CSR} = r_d \times \left(\frac{\alpha_{\max}}{g} \right) \times \left(\frac{\sigma_v}{\sigma'_v} \right)$$

$$= 0,963 \times \left(\frac{0,3375}{1} \right) \times \left(\frac{42,388}{22,768} \right)$$

$$= 0,605$$

Lakukan cara tersebut hingga lapisan tanah terakhir dan didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 3. di atas. Kemudian lakukan hal yang sama untuk variasi MAT lainnya.

- b. Hasil perhitungan *Cyclic Stress Ratio* (CSR) dengan variasi muka air tanah (MAT) pada kedalaman 1 m dapat dilihat pada Tabel 4. berikut :

Tabel 4. Hasil Perhitungan CSR dengan kedalaman MAT 1 m

Kedalaman (m)	N-SPT	γ (kN/m ³)	γ_w (kN/m ³)	σ_v (kN/m ²)	μ (kN/m ²)	σ'_v (kN/m ²)	α_{max} (g)	r_d	g (g)	CSR
2,5	2	16,955	9,81	42,388	14,715	27,673	0,3375	0,963	1	0,498
5	4,25	16,855	9,81	84,525	39,240	45,285	0,3375	0,925	1	0,583
15	19,83	16,256	9,81	247,085	137,340	109,745	0,3375	0,775	1	0,589
30	38,17	15,362	9,81	477,515	284,490	193,025	0,3375	0,550	1	0,459

- c. Hasil perhitungan *Cyclic Stress Ratio* (CSR) dengan variasi muka air tanah (MAT) pada kedalaman 2 m dapat dilihat pada Tabel 5. berikut :

Tabel 5. Hasil Perhitungan CSR dengan kedalaman MAT 2 m

Kedalaman (m)	N-SPT	γ (kN/m ³)	γ_w (kN/m ³)	σ_v (kN/m ²)	μ (kN/m ²)	σ'_v (kN/m ²)	α_{max} (g)	r_d	g (g)	CSR
2,5	2	16,955	9,81	42,388	4,905	37,483	0,3375	0,963	1	0,367
5	4,25	16,855	9,81	84,525	29,430	55,095	0,3375	0,925	1	0,479
15	19,83	16,256	9,81	247,085	127,530	119,555	0,3375	0,775	1	0,541
30	38,17	15,362	9,81	477,515	274,680	202,835	0,3375	0,550	1	0,437

3.5 Perhitungan *Cyclic Resistance Ratio* (CRR)

- a. Hasil perhitungan *Cyclic Resistance Ratio* (CRR) dengan variasi muka air tanah (MAT) pada kedalaman 0,5 m dapat dilihat pada Tabel 6. berikut :

Tabel 6. Hasil Perhitungan CRR dengan kedalaman MAT 0,5 m

Kedalaman (m)	N-SPT	γ (kN/m ³)	γ_w (kN/m ³)	σ_v (kN/m ²)	σ'_v (kN/m ²)	N_1	ΔN_f	N_a	CRR
2,5	2	16,955	9,81	42,388	22,768	0,145	0	0,145	0,016
5	4,25	16,855	9,81	84,525	40,380	0,176	0	0,176	0,017
15	19,83	16,256	9,81	247,085	104,840	0,319	0	0,319	0,023
30	38,17	15,362	9,81	477,515	188,120	0,344	0	0,344	0,024

Perhitungan nilai CRR tersebut berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Tokimatsu dan Yoshimi (1983) dalam (Mase, 2018) dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$CRR = 0,45 \times 0,57 \times \left[\frac{16 \sqrt{N_a}}{100} + \left(\frac{16 \sqrt{N_a}}{C_s} \right)^{14} \right]$$

Dimana,

$$N_a = N_1 + \Delta N_f$$

$$N_1 = \frac{1,7 \times N-SPT}{\sigma'_v + 0,7}$$

$$C_s = \text{Faktor Koreksi (80 - 90)}$$

$$\Delta N_f = \text{Faktor koreksi untuk nilai N - SPT. (Diasumsikan 0 atau 5)}$$

Perhitungan tersebut sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{a) } N_1 &= \frac{1,7 \times N-SPT}{\sigma'_v + 0,7} \\
 &= \frac{1,7 \times 2}{22,768 + 0,7} \\
 &= 0,145 \\
 \text{b) } N_a &= N_1 + \Delta N_f \\
 &= 0,145 + 0 \\
 &= 0,145 \\
 \text{c) } CRR &= 0,45 \times 0,57 \times \left[\frac{16 \sqrt{0,145}}{100} + \left(\frac{16 \sqrt{0,145}}{90} \right)^{14} \right] \\
 &= 0,016
 \end{aligned}$$

Lakukan cara tersebut hingga lapisan tanah terakhir dan didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 6. di atas. Kemudian lakukan hal yang sama untuk variasi MAT lainnya.

b. Hasil perhitungan *Cyclic Resistance Ratio* (CRR) dengan variasi muka air tanah (MAT) pada kedalaman 1 m dapat dilihat pada Tabel 7. berikut :

Tabel 7. Hasil Perhitungan CRR dengan kedalaman MAT 1 m

Kedalaman (m)	N-SPT	γ (kN/m ³)	γ_w (kN/m ³)	σ_v (kN/m ²)	σ'_v (kN/m ²)	N_1	ΔN_f	N_a	CRR
2,5	2	16,955	9,81	42,388	27,673	0,120	0	0,120	0,014
5	4,25	16,855	9,81	84,525	45,285	0,157	0	0,157	0,016
15	19,83	16,256	9,81	247,085	109,745	0,305	0	0,305	0,023
30	38,17	15,362	9,81	477,515	193,025	0,335	0	0,335	0,024

c. Hasil perhitungan *Cyclic Resistance Ratio* (CRR) dengan variasi muka air tanah (MAT) pada kedalaman 2 m dapat dilihat pada Tabel 8. berikut :

Tabel 8. Hasil Perhitungan CRR dengan kedalaman MAT 2 m

Kedalaman (m)	N-SPT	γ (kN/m ³)	γ_w (kN/m ³)	σ_v (kN/m ²)	σ'_v (kN/m ²)	N_1	ΔN_f	N_a	CRR
2,5	2	16,955	9,81	42,388	37,483	0,089	0	0,089	0,012
5	4,25	16,855	9,81	84,525	55,095	0,129	0	0,129	0,015
15	19,83	16,256	9,81	247,085	119,555	0,280	0	0,280	0,022
30	38,17	15,362	9,81	477,515	202,835	0,319	0	0,319	0,023

3.6 Perhitungan *Safety Factor* (SF)

a. Hasil perhitungan *safety factor* dengan variasi muka air tanah (MAT) pada kedalaman 0,5 m dapat dilihat pada Tabel 9. berikut :

Tabel 9. Hasil Perhitungan Safety Factor dengan Kedalaman MAT 0,5 m

Kedalaman (m)	CSR (Seed & Idris, 1971)	CRR (Tokimatsu & Yoshimi, 1983)	FS
2,5	0,605	0,016	0,026
5	0,653	0,017	0,026
15	0,616	0,023	0,038
20	0,471	0,024	0,051

Perhitungan safety factor tersebut dilakukan berdasarkan penelitian oleh (Youd & Idriss, 2001) dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 SF &= \frac{CRR}{CSR} \\
 &= \frac{0,016}{0,605} \\
 &= 0,026
 \end{aligned}$$

Lakukan persamaan tersebut untuk menghitung lapisan serta variasi MAT lainnya.

- b. Hasil perhitungan *safety factor* dengan variasi muka air tanah (MAT) pada kedalaman 0,5 m dapat dilihat pada Tabel 10. Berikut :

Tabel 10. Hasil Perhitungan Safety Factor dengan Kedalaman MAT 1 m

Kedalaman (m)	CSR (Seed & Idris, 1971)	CRR (Tokimatsu & Yoshimi, 1983)	FS
2,5	0,498	0,014	0,029
5	0,583	0,016	0,028
15	0,589	0,023	0,039
20	0,459	0,024	0,052

- c. Hasil perhitungan *safety factor* dengan variasi muka air tanah (MAT) pada kedalaman 0,5 m dapat dilihat pada Tabel 11. Berikut :

Tabel 11. Hasil Perhitungan Safety Factor dengann Kedalaman MAT 2 m

Kedalaman (m)	CSR (Seed & Idris, 1971)	CRR (Tokimatsu & Yoshimi, 1983)	FS
2,5	0,367	0,012	0,049
5	0,479	0,015	0,044
15	0,541	0,022	0,062
20	0,437	0,023	0,053

3.7 Analisis *Liquefaction Potential Index* (LPI)

- a. Hasil analisis *Liquefaction Potention Index* (LPI) dengan variasi muka air tanah (MAT) pada kedalaman 0,5 m dapat dilihat pada Tabel 12. berikut :

Tabel 12. Hasil Analisis LPI dengan Variasi MAT 0,5 m

Kedalaman (m)	FS	F	W(z)	LPI	Keterangan
2,5	0,026	0,974	8,75	8,524	potensi kejadian likuifaksi tinggi
5	0,026	0,974	7,5	7,302	potensi kejadian likuifaksi tinggi
15	0,038	0,962	2,5	2,406	potensi kejadian likuifaksi rendah
30	0,051	0,949	-5	-4,745	potensi kejadian likuifaksi sangat rendah

Perhitungan tersebut dilakukan berdasarkan penelitian oleh (Iwasaki et al., 1981) dengan persamaan sebagai berikut :

$$LPI = \int_0^H F(z) \cdot Fw(z)$$

Dimana,

F = Tingkat keparahan ($F = (1 - SF)$ untuk $SF < 1$ dan $F = 0$ untuk $SF > 1$)

Fw(z) = Faktor bobot kedalaman ($W(z) = 10 - 0,5z$)

Dengan kategori :

$LPI \leq 5$: Potensi likuifaksi rendah

$5 < LPI \leq 15$: Potensi likuifaksi tinggi

$LPI > 15$: Potensi likuifaksi sangat tinggi

Perhitungan nilai LPI pada tabel di atas sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{a) } F &= (1 - 0,026) \\ &= 0,974 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } Fw(z) &= 10 - 0,5 z \\ &= 10 - 0,5 (2,5) \\ &= 8,75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } LPI &= F \times Fw(z) \\ &= 0,974 \times 8,75 \\ &= 8,524 \end{aligned}$$

Sehingga, lapisan tanah tersebut tergolong dalam kategori potensi kejadian likuifaksi tinggi. Lakukan cara yang sama untuk lapisan dan variasi MAT lainnya.

b. Hasil analisis *Liquefaction Potential Index* (LPI) dengan variasi muka air tanah (MAT) pada kedalaman 1 m dapat dilihat pada Tabel 13. berikut :

Tabel 13. Hasil Analisis LPI dengan Variasi MAT 1 m

Kedalaman (m)	FS	F	W(z)	LPI	Keterangan
2,5	0,029	0,971	8,75	8,500	potensi kejadian likuifaksi tinggi
5	0,028	0,972	7,5	7,291	potensi kejadian likuifaksi tinggi
15	0,039	0,961	2,5	2,404	potensi kejadian likuifaksi rendah
30	0,052	0,948	-5	-4,741	potensi kejadian likuifaksi sangat rendah

c. Hasil analisis *Liquefaction Potential Index* (LPI) dengan variasi muka air tanah (MAT) pada kedalaman 2 m dapat dilihat pada Tabel 14. berikut :

Tabel 14. Hasil Analisis LPI dengan Variasi MAT 2 m

Kedalaman (m)	FS	F	W(z)	LPI	Keterangan
2,5	0,033	0,967	8,75	8,458	potensi kejadian likuifaksi tinggi
5	0,031	0,969	7,5	7,269	potensi kejadian likuifaksi tinggi
15	0,040	0,960	2,5	2,400	potensi kejadian likuifaksi rendah
30	0,053	0,947	-5	-4,735	potensi kejadian likuifaksi sangat rendah

4 KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dengan analisis perbandingan nilai CSR dengan CRR yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa TPI Ujung Batu, Kabupaten Jepara berpotensi likuifaksi pada lapisan tanah dengan nilai CSR < nilai CRR atau nilai FS < 1, yaitu pada kedalaman 0 – 30 m baik dengan MAT 0,5 m, MAT 1 m, maupun MAT 2 m. Dengan hasil analisis berdasarkan nilai LPI menyatakan bahwa potensi likuifaksi tergolong tinggi pada kedalaman 0 – 5 m karena memiliki rentang nilai $5 < LPI < 15$ dan tergolong rendah pada kedalaman 5 – 30 m karena memiliki nilai $LPI < 5$. Faktor – faktor yang mempengaruhi terjadinya likuifaksi tersebut yaitu jenis tanah, nilai *Peak Ground Acceleration*, dan kedalaman muka air tanah (MAT). Berdasarkan analisis yang telah Peneliti lakukan, dapat diketahui bahwa semakin dangkal letak MAT dari permukaan maka potensi likuifaksi akan semakin tinggi. Hal tersebut dapat dilihat dari potensi yang lebih tinggi pada variasi MAT 0,5 m dibandingkan dengan variasi MAT 2 m.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Buana, T. W., Hermawan, W., Rahdiyana, R. N., Wahyudin, R. W., Hasibuan, G., Wiyono, & Sollu, W. P. (2019). ATLAS ZONA KERENTANAN LIKUEFAKSI INDONESIA. In Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. BADAN GEOLOGI KEMENTERIAN ESDM.
- [2] Dobry, R., Ladd, R. S., Yokel, F. Y., Chung, R. M., & Powell, D. (1982). Prediction of Pore Water Pressure Buildup and Liquefaction of Sands During Earthquakes By the Cyclic Strain Method. National Bureau of Standards, Building Science Series, L.
- [3] I.M. Idriss, & Boulanger, R. W. (2008). Soil Liquefaction During Earthquakes. In Earthquake Engineering Research Institute (Vol. 160, Issue 4057). <https://doi.org/10.1177/136218079700300202>
- [4] 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 Dynamics, 209–214.
- [5] Muhammad, O., Rais, Z., Teknik, J., & Teknik, S. F. (2019). ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI AKIBAT BEBAN GEMPA DI AREA PLTU TANJUNG JATI B UNIT 5 DAN 6 JEPARA Skripsi Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL. Mase, L. Z. (2018). Studi Keandalan Metode Analisis Likuifaksi Menggunakan SPT Akibat Gempa 8,6 Mw, 12 September 2007 di Area Pesisir Kota Bengkulu. Jurnal Teknik Sipil, 25(1), 55. <https://doi.org/10.5614/jts.2018.25.1.7>
- [6] Pratiwi, D. S. (2018). 395803314-Langkah-Perhitungan-Likuifaksi. Scribd. <https://id.scribd.com/document/395803314/Langkah-Perhitungan-Likuifaksi>
- [7] Seed, B., & Idriss. (1970). PROSEDUR YANG TELAH DIIMPLEMENTASIKAN UNTUK MENGEVALUASI POTENSI PENCAIRAN TANAH. November.
- [8] Windyarini, R. (2023). Artikel ilmiah penentuan kelas situs tanah untuk perhitungan gaya gempa bendungan tiu kulit kabupaten sumbawa.

- [9] Youd, T. L., & Idriss, I. M. (2001). Liquefaction Resistance of Soils: Summary Report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshops on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 127(4), 297–313. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)1090-0241\(2001\)127:4\(297\)](https://doi.org/10.1061/(asce)1090-0241(2001)127:4(297))