

ANALISIS POTENSI *CYCLIC MOBILITY* PADA TANAH KOHESIF

Nicky Fernando¹ dan Aniek Prihatiningsih²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
Email: nickyfernando41@gmail.com

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
Email: aniekp@ft.untar.ac.id

ABSTRAK

Likuifaksi merupakan fenomena dimana kekuatan tahanan tanah berkurang karena meningkatnya tegangan air pori saat gempa bumi berlangsung. Likuifaksi dibagi menjadi dua tipe berdasarkan proses kejadiannya yaitu *flow liquefaction* dan *cyclic mobility*. Hal pertama dalam analisis potensi likuifaksi adalah pemeriksaan kerentanan likuifaksi dari karakteristik tanah. Pemeriksaan kerentanan menggunakan empat metode yaitu *Chinese criteria*, metode Seed et al. dan metode Bray dan Sancio. Jika tanah menunjukkan rentan terhadap likuifaksi, perhitungan evaluasi dapat dilanjutkan jika tidak maka perhitungan tidak dilanjutkan. Setelah menentukan kerentanan, tanah yang rentan likuifaksi akan ditentukan tipe likuifaksi menggunakan *state criteria*. Penentuan tipe likuifaksi dapat dilihat dari grafik hubungan *deviatoric stress* (q), *mean effective stress* (p') dan *axial strain* (ϵ_a). Evaluasi potensi likuifaksi menggunakan metode *cyclic strain approach*. Metode ini menggunakan dua variabel yaitu *cyclic stress ratio* (CSR) dan *cyclic resistance ratio* (CRR) yang dapat ditentukan dari data tes lapangan untuk menentukan potensi likuifaksi setiap lapisan tanah. Tes lapangan yang digunakan adalah *standard penetration test* (SPT) dan *cone penetration test* (CPT). Penelitian ini menganalisa potensi *cyclic mobility* pada tanah kohesif serta faktor keamanan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa tipe likuifaksi yang terjadi adalah *cyclic mobility* dan adanya potensi likuifaksi pada tanah kohesif.

Kata kunci: *cyclic mobility*, *flow liquefaction*, tanah kohesif, *cyclic stress ratio* (CSR), *cyclic resistance ratio* (CRR)

1. PENDAHULUAN

Peristiwa gempa merupakan kejadian yang terjadi karena adanya energi dari dalam bumi yang keluar secara tiba-tiba sehingga terjadi getaran di permukaan bumi. Kejadian gempa bumi mengakibatkan kerusakan pada struktur bangunan dan tanah. Resiko kegagalan pada struktur tanah menyebabkan tanah tidak dapat menahan atau menopang struktur bangunan di atas tanah. Hal ini terjadi karena adanya perubahan sifat tanah atau adanya pergerakan tanah saat gempa. Kegagalan tersebut biasanya disebut likuifaksi.

Likuifaksi adalah suatu kejadian dimana tanah mengalami kehilangan daya dukungnya pada jenis tanah yang non-kohesif saat kondisi tanah yang jenuh. Peristiwa likuifaksi merupakan kejadian yang menghasilkan kerusakan-kerusakan pada bangunan, fondasi, jembatan, dan struktur yang tertanam dalam tanah. Untuk itu, penyelidikan likuifaksi masih dilakukan oleh para peneliti di dunia. Awalnya para peneliti mengemukakan kejadian likuifaksi hanya terjadi pada tanah pasir. Namun ada kejadian likuifaksi yang terjadi di tanah kohesif. Hal itu membuat para peneliti mencoba menyelidiki tanah kohesif dan ternyata ada potensi likuifaksi dengan kondisi tertentu.

Peristiwa likuifaksi yang terjadi di tanah kohesif adalah *cyclic mobility*. Kegagalan yang diakibatkan oleh *cyclic mobility* biasanya di struktur yang tertanam dalam tanah seperti fndasi, pipa, dan lain-lain. Fenomena *cyclic mobility* merupakan kejadian yang kurang diperhatikan karena kurangnya pengetahuan tentang *cyclic mobility*. Untuk itu perlu adanya penelitian tentang *cyclic mobility* di tanah kohesif agar menghindari kerusakan yang diakibatkannya.

Rumusan Masalah

1. Kondisi tanah kohesif yang rentan terhadap likuifaksi.
2. Respon tanah yang rentan terhadap *flow liquefaction* dan *cyclic mobility*.
3. Perbandingan hasil potensi likuifaksi pada SPT dan CPT.

Tujuan Penelitian

- 1 Menentukan kondisi tanah kohesif yang rentan terhadap likuifaksi.
- 2 Menentukan respon tanah yang rentan terhadap *flow liquefaction* dan *cyclic mobility*.
- 3 Menentukan perbandingan potensi likuifaksi pada SPT dan CPT.

Batasan Masalah

1. Data lapangan yang digunakan adalah SPT dan CPT.
2. Data tanah yang digunakan di daerah Jakarta Selatan.
3. Penentuan kerentanan likuifaksi menggunakan kriteria komposisi.
4. Analisis penentuan *flow liquefaction* dan *cyclic mobility* hanya menggunakan *consolidated undrained triaxial test*.
5. Faktor koreksi pada N lapangan diasumsikan sebesar 1.
6. Penurunan akibat likuifaksi tidak diperhitungkan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Studi Pustaka

Langkah pertama untuk memulai penelitian ini adalah dengan melakukan pencarian referensi berupa studi literatur yang memiliki informasi berupa dasar teori dan menjadi dasar acuan metode analisis yang digunakan untuk menentukan kerentanan, tipe likuifaksi dan evaluasi potensi likuifaksi. Studi literatur yang dilakukan berupa referensi-referensi yang ada seperti jurnal, buku dan internet.

Likuifaksi

Likuifaksi adalah suatu kejadian pada massa tanah yang kehilangan sebagian besar tahanan geser saat gempa bumi. Kekuatan geser tanah berkurang ditandai dengan nilai tegangan efektif berkurang akibat adanya kenaikan tegangan air pori hingga mencapai *overburden pressure* pada tanah yang relatif jenuh. Likuifaksi dibagi menjadi dua tipe yaitu *cyclic mobility* dan *flow liquefaction*. Perbedaan dari kedua tipe tersebut adalah dampaknya. Setelah kejadian *flow liquefaction*, tanah yang awalnya padat akan menjadi cair sedangkan *cyclic mobility* tidak menjadi cair. Tanah akan menjadi cair karena tegangan efektif mencapai nol sehingga tanah akan menjadi lunak. Perbedaan *flow liquefaction* dan *cyclic mobility* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Perbedaan *Flow Liquefaction* dan *Cyclic Mobility* (Schneider dan Mayne, 1999)

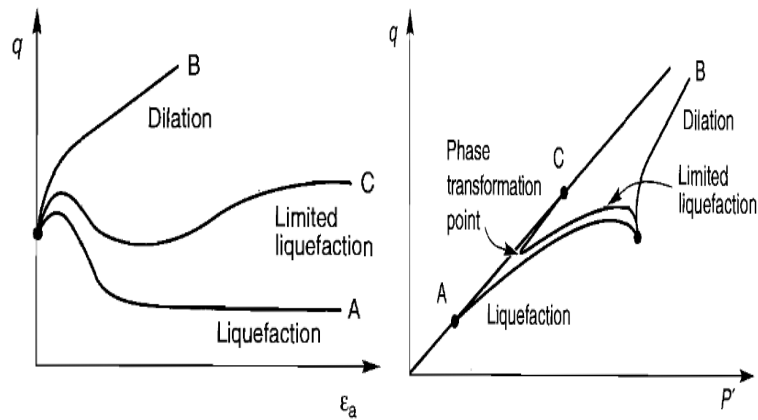
	Tipe Likuifaksi	
	<i>Flow Liquefaction</i>	<i>Cyclic Mobility</i>
Reaksi regangan tanah	<i>Strain softening</i>	<i>Strain softening dan hardening</i>
Kondisi tegangan	Tegangan efektif mencapai nol	Tegangan efektif tidak mencapai nol
Karakteristik tanah	Tanah jenuh dengan kepadatan yang longgar	Tanah jenuh dengan kepadatan yang longgar atau padat
Potensi kegagalan	Tanah akan menjadi lunak dan mengalir seperti cairan tergantung pada kemiringan di suatu daerah	Deformasi tanah akan melebar atau meluas selama gempa bumi berlangsung

Kerentanan Likuifaksi

Untuk mengetahui potensi likuifaksi pada tanah, perlu adanya evaluasi agar dapat menentukan potensi likuifaksi tiap kedalaman. Hal pertama yang harus dievaluasi adalah kerentanan tanah terhadap likuifaksi. Jika tanah bersifat rentan (*susceptible*), analisis potensi likuifaksi harus di perhitungkan. Jika tanah tidak bersifat rentan, analisis potensi likuifaksi tidak diperlukan. Kriteria yang digunakan dalam mengevaluasi kerentanan likuifaksi adalah kriteria sejarah, geologi, dan komposisi. Penelitian ini hanya menggunakan kriteria komposisi untuk menentukan kerentanan likuifaksi.

State Criteria

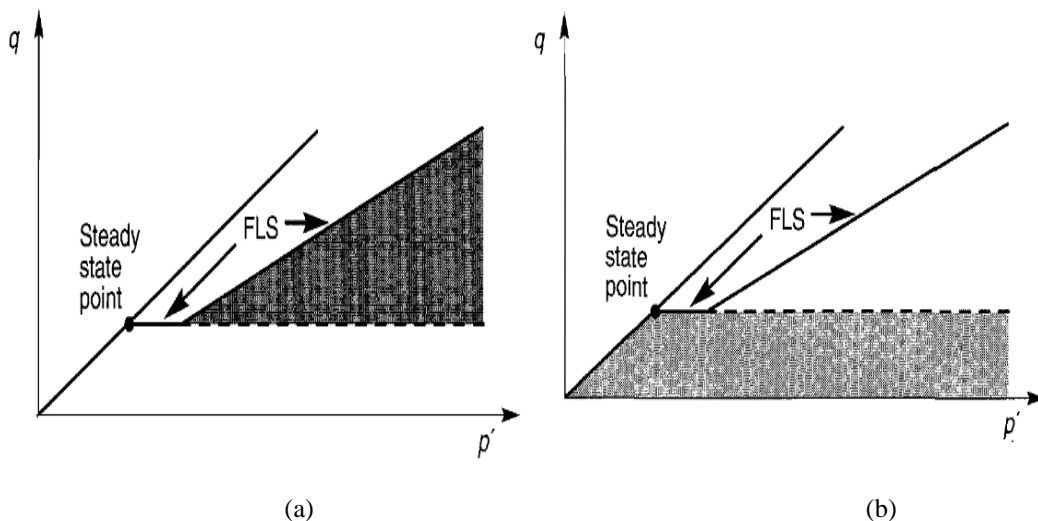
State criteria digunakan untuk menentukan tipe likuifaksi yaitu *flow liquefaction* dan *cyclic mobility*. Terdapat 3 bentuk grafik untuk membedakan tipe likuifaksi. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Grafik *Liquefaction*, *Limited Liquefaction* dan *Dilation* (Kramer, 1996)

Pada grafik *deviatoric stress* (q) dengan *axial stress* (ϵ_a), istilah *liquefaction* adalah *strain softening*, *limited liquefaction* adalah *limited strain softening* dan *dilation* adalah *strain hardening*. *Strain softening* adalah suatu kondisi dimana tanah semakin lunak sedangkan *strain hardening* adalah kondisi tanah yang semakin padat. *Limited strain softening* adalah batas antara *strain softening* dan *strain hardening*.

Pada grafik *deviatoric stress* (q) dengan *mean effective stress* (p'), terdapat 2 garis untuk menentukan tipe likuifaksi yaitu *steady state line* (SSL) dan *flow liquefaction surface* (FLS). SSL merupakan garis konstan yang dibentuk dari *deviatoric stress* dan *mean effective stress*. FLS adalah garis puncak untuk menentukan *flow liquefaction*. Dari kedua grafik tersebut dapat terbentuknya zona *flow liquefaction* dan *cyclic mobility* seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Daerah (a) *Flow Liquefaction* dan (b) *Cyclic Mobility* (Kramer, 1996)

Evaluasi Potensi Likuifaksi

Setelah mengetahui kerentanan tanah maka langkah selanjutnya adalah mengevaluasi potensi likuifaksi pada lapisan tanah. Evaluasi ini bertujuan untuk menentukan potensi likuifaksi setiap lapisan tanah. Metode yang digunakan adalah *cyclic stress approach* (Seed and Idriss, 1971). Metode ini menggunakan dua variabel yaitu *cyclic stress ratio* (CSR) dan *cyclic resistance ratio* (CRR) yang dapat ditentukan dari data *standard penetration test* (SPT) dan *cone penetration test* (CPT).

Cyclic Stress Ratio (CSR)

CSR adalah nilai tegangan yang disebabkan oleh gempa bumi. Untuk evaluasi CSR diusulkan oleh Seed dan Idriss (1971) menggunakan persamaan berikut:

$$CSR = 0.65 \times \frac{a_{max}}{g} \times \frac{\sigma}{\sigma'} \times r_d \quad (1)$$

Dengan σ' adalah tegangan efektif tanah, σ adalah tegangan total tanah, a_{max} adalah percepatan gempa maksimum pada permukaan, g adalah gravitasi dan r_d adalah faktor reduksi.

Cyclic Resistance Ratio (CRR)

Dalam analisa potensi likuifaksi dibutuhkan suatu variabel yang bisa diinterpetasikan dalam sebuah persamaan yang dapat mendefinisikan tahanan tanah terhadap likuifaksi dengan simbol CRR. Perhitungan CRR berbeda tiap tes.

Perhitungan CRR untuk tes SPT:

$$CRR = \frac{1}{34 - (N_1)_{60}} + \frac{(N_1)_{60}}{135} + \frac{50}{(10 \cdot (N_1)_{60} + 45)^2} - \frac{1}{200} \quad (2)$$

Dengan $(N_1)_{60}$ adalah SPT lapangan yang telah terkoreksi oleh beberapa faktor.

Perhitungan CRR untuk tes CPT:

$$CRR = \begin{cases} 0.833 \times \frac{(q_{c1N})}{1000} + 0.05 & \text{untuk } q_{c1N} < 50 \\ 93 \times \left(\frac{(q_{c1N})}{1000} \right)^3 + 0.08 & \text{untuk } 50 < q_{c1N} < 160 \end{cases} \quad (3)$$

Dengan q_{c1N} adalah tahanan ujung konus yang terkoreksi

Setelah mendapatkan nilai CSR dan CRR, langkah selanjutnya adalah penentuan nilai *factor of safety* (FS). Perhitungan nilai FS adalah perbandingan nilai CRR dengan CSR.

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

Jika nilai $FS \leq 1$, maka tanah akan mengalami likuifaksi, sedangkan bila nilai $FS > 1$, maka tidak akan terjadi likuifaksi.

3. METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data Tanah

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data tes laboratorium dan lapangan yaitu CPT dan SPT di daerah Jakarta Selatan. Data laboratorium digunakan untuk menentukan kerentanan likuifaksi dan tipe likuifaksi sedangkan data dari CPT dan SPT akan digunakan untuk menentukan potensi likuifaksi dari hasil analisis CSR dan CRR. Pengujian tes laboratorium yang digunakan adalah *grain size analysis*, *atterberg limits* dan *consolidated undrained triaxial test* sedangkan untuk tes lapangan menggunakan SPT dan CPT.

Analisis Potensi Likuifaksi

Hal pertama dalam analisis ini adalah menentukan kerentanan likuifaksi menggunakan data dari tes laboratorium. Data dari laboratorium yang digunakan adalah indeks plastisitas (PI), batas cair (LL), *water content* (W_c), dan diameter butiran. Data tersebut akan dimasukkan ke dalam kriteria komposisi.

Setelah penentuan kerentanan likuifaksi, tipe likuifaksi dapat ditentukan dengan menggunakan data *consolidated undrained triaxial test* untuk membentuk batas *flow liquefaction* dan *cyclic mobility*.

Yang terakhir adalah analisa potensi likuifaksi menggunakan data dari SPT dan CPT pada tanah yang rentan likuifaksi. Data tersebut akan digunakan untuk menentukan CSR dan CRR. Setelah mendapatkan nilai CSR dan CRR, langkah selanjutnya adalah penentuan nilai FS dengan membandingkan CSR dan CRR.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Langkah pertama untuk menentukan potensi likuifaksi adalah menentukan kerentanan likuifaksi. Dari data laboratorium, ada 9 titik bor dengan total pengambilan sampel sebanyak 31 sampel. Masing-masing sampel dianalisa untuk menentukan kerentanan likuifaksi.

Kriteria Komposisi

Penentuan kerentanan likuifaksi dalam kriteria komposisi menggunakan nilai indeks plastisitas (PI), batas cair (LL), dan *water content* (W_c). Dalam kriteria ini, metode yang digunakan adalah *Chinese criteria* (Wang, 1979), Seed et al. (2003), dan Bray and Sancio (2006). Berikut hasil penentuan kerentanan likuifaksi.

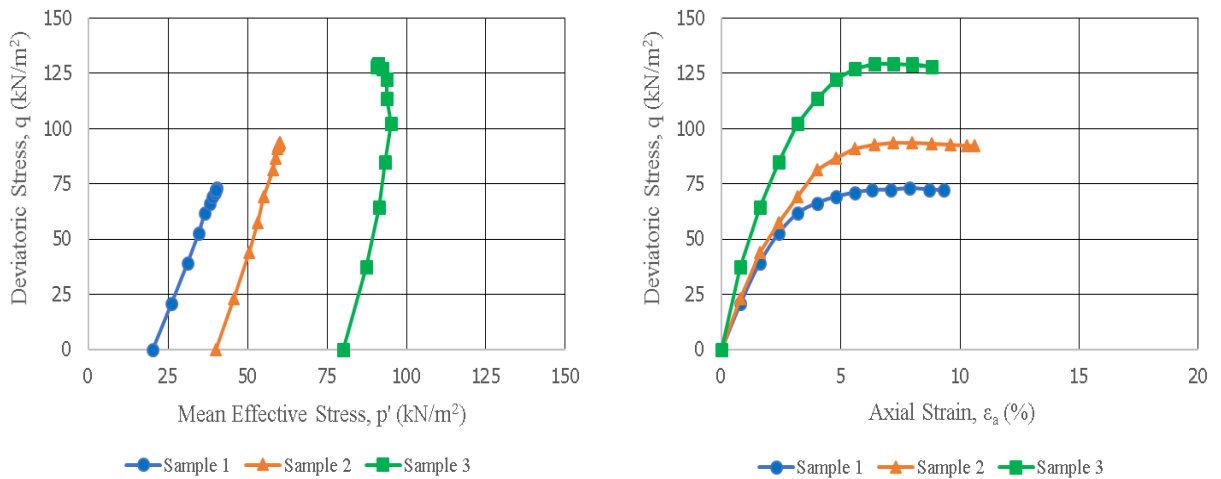
Tabel 2 Hasil Penentuan Kerentanan Likuifaksi

Boring No.	PI (%)	LL (%)	W_c (%)	W_c/LL	Liquefaction Susceptible			
					Chinese Criteria	Seed et al.	Bray and Sancio	
DB1	UD1	74.21	98.59	60.61	0.61	NO	NO	NO
	UD2	56.16	96.24	76.11	0.79	NO	NO	NO
	UD3	40.86	81.50	81.50	1.00	NO	NO	NO
DB2	UD1	42.73	91.30	50.09	0.55	NO	NO	NO
	UD2	36.38	81.60	57.93	0.71	NO	NO	NO
	UD3	41.56	79.18	78.19	0.99	NO	NO	NO
DB3	UD1	50.48	94.00	47.35	0.50	NO	NO	NO
	UD2	37.50	85.20	52.50	0.62	NO	NO	NO
	UD3	22.88	75.20	73.08	0.97	NO	NO	NO
	UD4	11.59	50.95	61.59	1.21	NO	NO	YES
	MZ2	38.41	80.20	46.88	0.58	NO	NO	NO
DB4	UD1	47.15	86.90	55.07	0.63	NO	NO	NO
	UD2	28.17	77.50	83.54	1.08	NO	NO	NO
	UD3	21.67	56.30	72.92	1.30	NO	NO	NO
DB5	UD1	53.27	98.40	49.43	0.50	NO	NO	NO
	UD2	44.80	85.15	50.19	0.59	NO	NO	NO
	UD3	9.24	53.25	60.05	1.13	NO	NO	YES
	UD4	24.72	68.55	53.22	0.78	NO	NO	NO
	UD5	32.37	74.40	75.25	1.01	NO	NO	NO
	UD6	31.57	70.85	44.79	0.63	NO	NO	NO
	UD7	47.64	87.75	48.13	0.55	NO	NO	NO
DB6	UD1	26.94	60.90	42.81	0.70	NO	NO	NO
	UD2	23.47	65.40	72.81	1.11	NO	NO	NO
	UD3	21.12	64.10	94.82	1.48	NO	NO	NO
DB7	UD1	36.14	73.60	50.52	0.69	NO	NO	NO
	UD2	57.42	94.45	67.12	0.71	NO	NO	NO
	UD3	10.81	48.85	49.93	1.02	NO	NO	YES
	MZ2	47.70	86.45	50.32	0.58	NO	NO	NO
DB8	UD1	38.51	74.40	75.25	1.01	NO	NO	NO
	UD2	72.30	70.85	44.79	0.63	NO	NO	NO
	UD3	31.31	87.75	48.13	0.55	NO	NO	NO

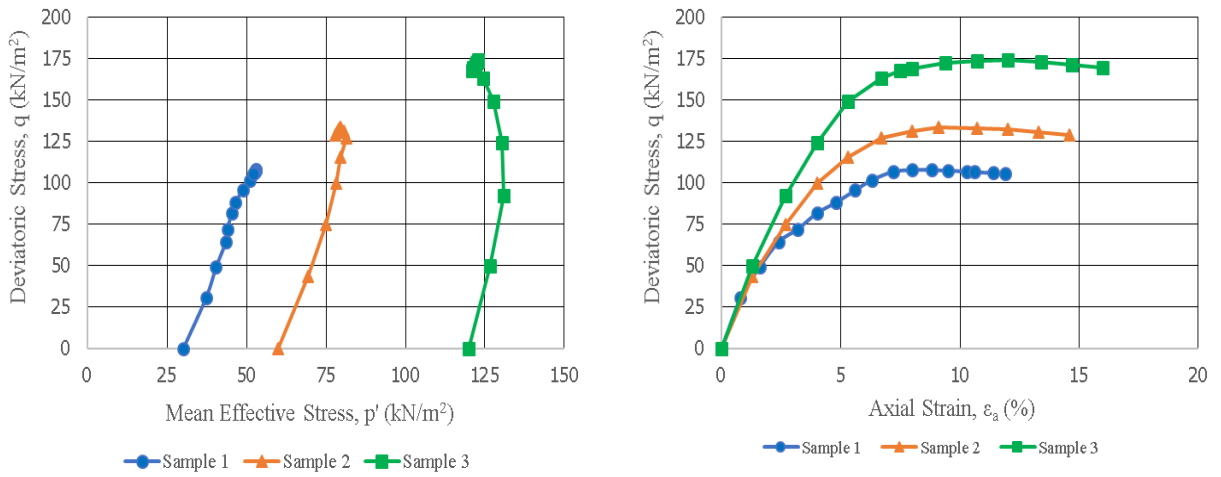
Dari tabel di atas, titik yang rentan terhadap likuifaksi adalah titik DB3, DB5 dan DB7.

State Criteria

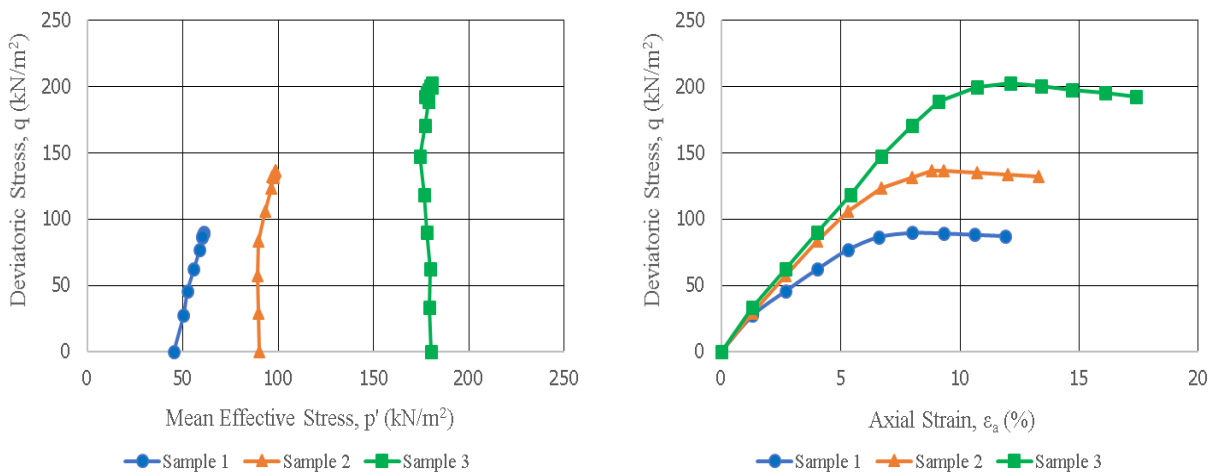
Pada kriteria ini, data yang diperlukan adalah data *consolidated undrained triaxial test*. Titik yang ditinjau adalah DB3, DB5 dan DB7 karena menunjukkan kerentanan likuifaksi berdasarkan kriteria komposisi. Dari tabel-tabel di atas, dapat dibentuk grafik $q-p'$ dan $q-\epsilon_a$. Berikut grafik pada masing-masing titik DB3, DB5 dan DB7.



Gambar 3 Grafik Hubungan q - p' dan q - ϵ_a pada DB3



Gambar 4 Grafik Hubungan q - p' dan q - ϵ_a pada DB5



Gambar 5 Grafik Hubungan q - p' dan q - ϵ_a pada DB7

Dari hasil di atas dapat, tipe likuifaksi yang terjadi adalah *cyclic mobility* karena garis FLS tidak terbentuk dan pada grafik strain menunjukkan *strain hardening*.

Evaluasi Potensi Likuifaksi

Setelah menentukan kerentanan likuifaksi, perhitungan potensi likuifaksi dapat dilanjutkan. Data yang dibutuhkan untuk menentukan CSR dan CRR adalah data SPT dan CPT yang rentan terhadap likuifaksi. Nilai CSR dan CRR akan dibandingkan untuk mendapatkan nilai FS. Nilai FS tersebut akan mengidentifikasi adanya potensi likuifaksi atau tidak pada kedalaman tertentu.

Tabel 3 Hasil Perhitungan Potensi Likuifaksi Data SPT pada DB3

Depth (m)	N	Jenuh	CSR	CRR	FS	Likuifaksi
1	3	Tidak Jenuh	0.239	0.08	0.333	N/A
2	4	Tidak Jenuh	0.237	0.088	0.369	N/A
4	3	Tidak Jenuh	0.234	0.065	0.277	N/A
6	6	Tidak Jenuh	0.23	0.08	0.346	N/A
8	5	Tidak Jenuh	0.225	0.072	0.32	N/A
10	4	Tidak Jenuh	0.218	0.065	0.298	N/A
12	4	Jenuh	0.221	0.058	0.264	YES
14	5	Jenuh	0.222	0.065	0.292	YES
16	4	Jenuh	0.216	0.058	0.27	YES
18	4	Jenuh	0.211	0.058	0.277	YES
20	8	Jenuh	0.202	0.072	0.357	YES
22	50	Jenuh	0.177	0.292	1.653	NO
24	50	Jenuh	0.172	0.273	1.594	NO
26	50	Jenuh	0.168	0.257	1.531	NO
28	50	Jenuh	0.165	0.257	1.556	NO
30	47	Jenuh	0.181	0.292	1.613	NO

Tabel 4 Hasil Perhitungan Potensi Likuifaksi Data CPT pada DB3

Depth (m)	qc (kg/cm ²)	Jenuh	CSR	CRR	FS	Likuifaksi
2	15.241	Tidak Jenuh	0.237	0.071	0.301	N/A
4	25.547	Tidak Jenuh	0.234	0.075	0.322	N/A
6	22.299	Tidak Jenuh	0.23	0.068	0.295	N/A
8	22.723	Tidak Jenuh	0.225	0.066	0.292	N/A
10	22.585	Tidak Jenuh	0.218	0.064	0.295	N/A
12	37.127	Jenuh	0.226	0.072	0.317	YES
14	32.467	Jenuh	0.227	0.069	0.303	YES
16	45.031	Jenuh	0.218	0.074	0.341	YES
17.7	24.576	Jenuh	0.214	0.063	0.295	YES
18	80.474	Jenuh	0.208	0.091	0.438	YES
18.3	188.018	Jenuh	0.208	0.228	1.094	NO
19	54.422	Jenuh	0.205	0.078	0.379	YES
19.5	156.591	Jenuh	0.202	0.156	0.775	YES
20	106.024	Jenuh	0.2	0.103	0.516	YES
21.5	63.839	Jenuh	0.197	0.081	0.413	YES
22	94.024	Jenuh	0.194	0.095	0.488	YES
23	65.422	Jenuh	0.194	0.081	0.42	YES
23.8	259.924	Jenuh	0.188	0.35	1.864	NO

Tabel 5 Hasil Perhitungan Potensi Likuifaksi Data SPT pada DB5

Depth (m)	N	Jenuh	CSR	CRR	FS	Likuifaksi
1	3	Tidak Jenuh	0.239	0.080	0.333	N/A
2	4	Tidak Jenuh	0.237	0.088	0.369	N/A
4	3	Tidak Jenuh	0.234	0.065	0.277	N/A
6	5	Tidak Jenuh	0.230	0.072	0.313	N/A
8	6	Tidak Jenuh	0.225	0.080	0.354	N/A
10	5	Tidak Jenuh	0.218	0.065	0.298	N/A
12	4	Tidak Jenuh	0.206	0.058	0.283	N/A
14	3	Jenuh	0.207	0.053	0.255	YES
16	14	Jenuh	0.203	0.104	0.514	YES
18	8	Jenuh	0.197	0.072	0.366	YES
20	18	Jenuh	0.191	0.122	0.639	YES
22	17	Jenuh	0.185	0.113	0.611	YES
24	45	Jenuh	0.166	0.228	1.374	NO
26	50	Jenuh	0.163	0.257	1.577	NO
28	50	Jenuh	0.161	0.242	1.508	NO
30	50	Jenuh	0.178	0.338	1.896	NO

Tabel 6 Hasil Perhitungan Potensi Likuifaksi Data CPT pada DB5

Depth (m)	qc (kg/cm ²)	Jenuh	CSR	CRR	FS	Likuifaksi
2	23.220	Tidak Jenuh	0.237	0.083	0.348	N/A
4	32.658	Tidak Jenuh	0.234	0.082	0.352	N/A
6	22.470	Tidak Jenuh	0.230	0.068	0.296	N/A
8	25.136	Tidak Jenuh	0.225	0.068	0.300	N/A
10	24.529	Tidak Jenuh	0.218	0.065	0.300	N/A
12	28.829	Jenuh	0.227	0.067	0.297	YES
14	39.201	Jenuh	0.225	0.072	0.320	YES
15	45.671	Jenuh	0.222	0.075	0.338	YES
16	38.828	Jenuh	0.218	0.071	0.325	YES
16.7	64.475	Jenuh	0.215	0.084	0.392	YES
17.7	41.744	Jenuh	0.211	0.072	0.341	YES
18	61.585	Jenuh	0.209	0.082	0.392	YES
18.5	28.369	Jenuh	0.211	0.065	0.309	YES
19	54.743	Jenuh	0.205	0.078	0.380	YES
20	46.263	Jenuh	0.202	0.073	0.363	YES
21	33.108	Jenuh	0.203	0.067	0.330	YES
21.2	80.520	Jenuh	0.196	0.089	0.454	YES
22	37.011	Jenuh	0.196	0.068	0.347	YES
22.5	74.583	Jenuh	0.193	0.085	0.443	YES
23.72	259.313	Jenuh	0.188	0.350	1.857	NO

Tabel 7 Hasil Perhitungan Potensi Likuifaksi Data SPT pada DB7

Depth (m)	N	Jenuh	CSR	CRR	FS	Likuifaksi
2	2	Tidak Jenuh	0.234	0.065	0.277	N/A
4	2	Tidak Jenuh	0.230	0.058	0.253	N/A
6	1	Jenuh	0.206	0.049	0.239	YES
8	4	Jenuh	0.234	0.065	0.277	YES
10	7	Jenuh	0.246	0.080	0.324	YES
12	27	Jenuh	0.247	0.228	0.926	YES
14	50	Jenuh	0.219	0.558	2.553	NO
16	50	Jenuh	0.207	0.410	1.982	NO
18	50	Jenuh	0.197	0.370	1.879	NO
20	50	Jenuh	0.215	1.240	5.759	NO
22	50	Jenuh	0.183	0.313	1.713	NO
24	50	Jenuh	0.178	0.292	1.636	NO
26	50	Jenuh	0.205	0.468	2.285	NO
28	50	Jenuh	0.203	0.410	2.023	NO
30	50	Jenuh	0.170	0.257	1.511	NO

Tabel 8 Hasil Perhitungan Potensi Likuifaksi Data CPT pada DB7

Depth (m)	qc kg/cm ²	Jenuh	CSR	CRR	FS	Likuifaksi
1	23.589	Tidak Jenuh	0.239	0.083	0.349	N/A
2	24.246	Tidak Jenuh	0.237	0.084	0.354	N/A
4	19.928	Tidak Jenuh	0.234	0.070	0.298	N/A
5.7	17.286	Tidak Jenuh	0.231	0.064	0.279	N/A
6	25.747	Tidak Jenuh	0.230	0.071	0.308	N/A
8	41.953	Tidak Jenuh	0.225	0.078	0.347	N/A
9	30.804	Tidak Jenuh	0.222	0.070	0.313	N/A
9.5	40.973	Tidak Jenuh	0.220	0.075	0.342	N/A
10	31.453	Tidak Jenuh	0.218	0.070	0.320	N/A
10.5	32.073	Jenuh	0.221	0.070	0.316	YES
11.7	257.639	Jenuh	0.224	0.592	2.640	NO

5. KESIMPULAN

- Berdasarkan hasil yang didapatkan, hasil pemeriksaan kerentanan likuifaksi sesuai kriteria komposisi pada metode Bray dan Sancio menunjukkan adanya kerentanan likuifaksi pada DB3, DB5 dan DB7.
- Dari hasil penentuan tipe likuifaksi, respon tanah pada grafik hubungan q-p' tidak terbentuk garis FLS dan grafik hubungan q-ε_a menunjukkan *strain hardening* sehingga tipe likuifaksi yang terjadi adalah *cyclic mobility*.
- Pada perhitungan potensi likuifaksi, SPT dan CPT menunjukkan hasil potensi likuifaksi yang hampir sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Bray, J.D., and Sancio, R.B. 2006. *Assessment of the Liquefaction Susceptibility Offine-Grained Soils*. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. 132(9): 1165–1177.
- Kramer, Steven L. 1996. *Geotechnical Earthquake Engineering*. Upper Seadle River: Pearson.
- Schneider, James A. and Paul W. Mayne. 1999. *Soil Liquefaction Response in Mid-America Evaluated by Seismic Piezocone Tests*. Atlanta: Georgia Institute of Technology.
- Seed, H.B., and I.M. Idriss. 1971. *Simplified Procedure for Evaluating Soil Liquefaction Potential*. Journal of Soil Mechanics and Foundation Division. 97(9): 1249-1273.
- Seed et al. 2003. *Recent Advances in Soil Liquefaction Engineering: a Unified and Consistent Framework*. California: 26th Annual ASCE Los Angeles Geotechnical Spring Seminar.
- Wang, W.S. 1979. *Some findings in soil liquefaction*. Beijing: Water Conservancy and Hydroelectric Power Scientific Research Institute.

