

ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI PADA PEMBANGUNAN JEMBATAN SEI BATANG SERANGAN - LANGKAT

Astri Natalia Situmorang¹ dan Rudi Iskandar²

¹Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara, Jl. Perpustakaan No.1 Kampus USU Medan

Email: situmorang.astri@gmail.com

²Staf Pengajar Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara, Jl. Perpustakaan No. 1 Kampus USU Medan

ABSTRAK

Salah satu kegagalan tanah akibat gempa bumi adalah likuifaksi. Likuifaksi merupakan kehilangan kekuatan geser tanah nonkohesif (pasir) pada saat terjadi beban siklik seperti gempa bumi. Evaluasi potensi likuifaksi dengan metode empiris dapat dimulai dengan mencari terlebih dahulu parameter-parameter penting seperti CSR (*Cyclic Stress Ratio*) yang merupakan nilai perbandingan antara tegangan geser rata-rata yang diakibatkan oleh gempa dengan tegangan vertikal efektif di setiap lapisan dan nilai CRR (*Cyclic Resistance Ratio*) yaitu besarnya ketahanan tanah terhadap likuifaksi. Metode yang dilakukan penulis adalah secara analitik dengan terlebih dahulu mencari percepatan gempa di batuan dasar dengan pendekatan probabilistik dari kegempaan masa lalu, kemudian dengan bantuan Program *Edushake* dapat didapat percepatan gempa di permukaan tanah yang dibutuhkan untuk menghitung nilai CSR. Parameter CSR dan CRR yang didapat kemudian dihubungkan pada grafik yang dikemukakan oleh Seed et al untuk menentukan apakah lapisan-lapisan tanah tersebut terlikuifaksi atau tidak. Dari hasil dan analisis tanah pada pembangunan Jembatan Sei Batang Serangan Langkat tanah yang berpotensi likuifaksi adalah sedalam 11 m yaitu pada kedalaman -3 m sampai -14 m (Lokasi I) dan kedalaman sedalam 11,5 m yaitu pada kedalaman -1 m sampai -12,5 m (Lokasi II). Maka dari itu dalam pelaksanaan Jembatan Sei Batang Serangan Langkat diharapkan dilakukan perbaikan tanah berupa pemadatan lahan untuk memperbesar nilai tahanan tanah terhadap likuifaksi.

Kata Kunci: gempa bumi, likuifaksi, *cyclic stress ratio*, *cyclic resistance ratio*

ABSTRACT

One of type of soil failure due to earthquake is liquefaction. Liquefaction is a phenomena of lossing shear strength of noncohesive soil (sandy soil) during cyclic loads like earthquake. Evaluation of liquefaction potential with empirical methods can be obtained by finding main parameters such as CSR (*Cyclic Stress Ratio*) which is a ratio between the average shear stress caused by earthquakes with vertical effective stress in each layer and the value of CRR (*Cyclic Resistance ratio*) is the amount of soil resistance against liquefaction. Author use empirical method by first finding the bedrock acceleration with seismic probabilistic approach of the past, and with the help of programs called *Edushake* can be obtained peak ground acceleration that required to calculate the value CSR. CSR and CRR parameters obtained is then connected on a graph presented by Seed et al to determine whether the soil layers liquified or not. From the results and analysis data, ground on the construction of Sei Batang Serangan bridge, soil liquefaction has potential as deep as 11 m which is at a depth of -3 m to -14 m (Area I) and a depth of 11.5 m depth is at a depth of up to -12 m -1.5 m (Area II). Therefore, before construction of Sei Batang Serangan Bridge begin soil compaction is expected intends to increase soil resistance of liquefaction

Key word: earthquake, liquefaction, *cyclic stress ratio*, *cyclic resistance ratio*

1. PENDAHULUAN

Mengingat kebutuhan lahan akan pembangunan terus meningkat, ada kalanya pembangunan terpaksa dilakukan di atas tanah dengan daya dukung yang tidak memenuhi seperti pada tanah pasir lepas. Likuifaksi sangat rentan terjadi pada tanah pasir (nonkohesif) dalam keadaan lepas (gradasi seragam) dan jenuh air, karena tanah tersebut lebih banyak berpotensi menyimpan air sehingga dapat menyebabkan kehilangan kekuatan geser dan kekakuan pada

tanah. Berkurangnya kekuatan geser dan kekakuan tanah akibat beban siklik secara tiba-tiba dapat meningkatkan tekanan air pori dan berakibat terhadap berkurangnya tegangan vertikal efektif. Jika tegangan vertikal efektif turun menjadi nol, maka tanah berperilaku sebagai cairan dan tidak mempunyai kekuatan lagi untuk menopang bangunan di atasnya. Fenomena ini yang sering sekali membuat bangunan menjadi amblas.

2. TUJUAN

Mengetahui nilai percepatan gempa di permukaan tanah yang ditinjau dengan analisis resiko gempa (pendekatan probabilistik) dan Mengetahui potensi likuifaksi pada Jembatan Sei Batang Serangan di lokasi I dan lokasi II.

3. METODE

Potensi likuifaksi suatu lapisan tanah selain dipengaruhi oleh faktor internal, yaitu ketahanan tanah tersebut terhadap likuifaksi, juga penting untuk mengetahui faktor eksternal yang merupakan karakter guncangan gempa berupa besaran magnitude dan percepatan gempa. Untuk itu perlu diketahui besarnya percepatan gempa di batuan dasar di lokasi penelitian.

Adapun tahapan-tahapan yang akan dirangkumkan penulis untuk menganalisis potensi likuifaksi setelah melakukan pengumpulan data gempa dan data tanah di atas adalah :

- Menyortir data gempa yang ada, dengan mengambil perwakilan satu kejadian gempa dengan magnitude yang paling besar setiap tahunnya.
- Menghitung PGA (*Peak Ground Acceleration*) dengan Fungsi Atenuase *Crouse* dan Fungsi Atenuase *Joyner and Boore*
- Kemudian mendapatkan percepatan tanah di batuan dasarnya dengan pendekatan Metode Gumbel.
- Menghitung percepatan gempa di permukaan tanah berdasarkan data setiap lapisan tanah yang ada dengan Program *EduShake*
- Menghitung nilai CSR (*Cyclic Resistant Ratio*) berdasarkan data SPT dan menghitung nilai CRR atau disebut dengan $N_{1(60)}$ berdasarkan data SPT.
- Menganalisis potensi likuifaksi lapisan pasir berdasarkan Grafik *Seed et al*

Sistem Stratifikasi Tanah Lokasi I (BH-I)

Tabel 1. Data lapisan tanah pada lokasi I (BH-I)

No	Jenis Tanah	Tebal Lapisan (m)	Berat isi tanah (kN/m ³)	N- SPT
1	Lempung Berpasir Halus	1	14.0	1
2	Lempung	2	14.0	1
3	Pasir Halus Berlempung	3	13.6	3
4	Pasir Halus Berlempung	3	13.6	4
5	Pasir Halus Berfosil Kerang	3	13.8	10
6	Pasir Halus Berfosil Kerang	2	13.8	10
7	Lempung Berlanau Fosil	3	14.3	5
8	Lempung Berlanau Fosil	2	14.2	4
9	Lempung Berlanau Fosil	2	14.6	5
10	Lempung Berlanau Fosil	3	14.6	4
11	Lempung Berlanau Fosil	2	14.6	5
12	Lempung Berlanau Fosil	1.5	15.4	6
13	Lempung Berpasir Halus	2.5	16.2	6
14	Lempung Berpasir Halus	4	16.2	7
15	Lempung Berpasir Halus	2	16.2	6
16	Pasir Halus Bergravel	3	21.4	44
17	Pasir Halus Bergravel	1	23	50

Keterangan :

 : Lapisan pasir yang ditinjau pada Lokasi I

Sistem Stratifikasi Tanah Lokasi II (BH-II)

Tabel 2. Data lapisan tanah pada lokasi II (BH-II)

No	Jenis Tanah	Tebal Lapisan (m)	Berat isi tanah (kN/m ³)	N- SPT
1	Lempung	1	14.0	2
2	Pasir Halus Berlempung	2.5	14.0	2
3	Pasir Halus Berlempung	2	14.0	2
4	Pasir Halus Berfosil Kerang	2	14.0	3
5	Pasir Halus Berfosil Kerang	2	13.8	10
6	Pasir Halus Berfosil Kerang	1	13.6	9
7	Pasir Halus Berfosil Kerang	2	13.2	7
8	Lempung Berlanau Fosil	2	14.3	5
9	Lempung Berlanau Fosil	2	14.5	4
10	Lempung Berlanau Fosil	2	14.5	5
11	Lempung Berlanau Fosil	2	14.8	6
12	Lempung Berlanau Fosil	2	14.8	5
13	Lempung Berlanau Fosil	4	15.6	7
14	Lempung Berlanau Fosil	4	15.6	6
15	Lempung Berlanau Fosil	4	16.2	7
16	Pasir Halus Bergravel	4	23	52
17	Pasir Halus Bergravel	1.5	23	54

Keterangan :

 : Lapisan pasir yang ditinjau pada Lokasi II

Dimana letak muka air tanah untuk kedua lokasi adalah – 1 meter.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengolahan dan analisis data, baik data gempa maupun data tanah didapatkan hasil seperti berikut :

Percepatan Gempa di Batuan Dasar

Percepatan gempa batuan dasar di lokasi penelitian didapatkan dengan menggunakan fungsi atenuase. Fungsi atenuase adalah suatu fungsi yang menggambarkan korelasi antara intensitas gerakan tanah setempat (a) yang berupa kecepatan, percepatan, displacement, magnetude gempa (M) serta jarak dari suatu titik dalam daerah sumber gempa (r). Faktor- faktor yang mempengaruhi fungsi atenuase adalah mekanisme gempa, jarak episenter, dan kondisi lokasi setempat. Dalam tulisan ini penulis mencari percepatan gempa batuan dasar dengan Fungsi Atenuase Joyner & Boore dan Fungsi Atenuase Crouse.

Fungsi Atenuase Joyner & Boore :

$$\text{Log}(PGA) = -0,313 + 0,527(M - 6,0) + 0,778 \ln R - 0,317 \ln \frac{V_s}{1396} \quad (1)$$

Fungsi Atenuase Joyner & Boore :

$$\text{Log}(PGA) = 6,36 + 1,76M_s - 2,73 \log(R + 1,58x e^{0,608M_s}) - 0,00916h \quad (2)$$

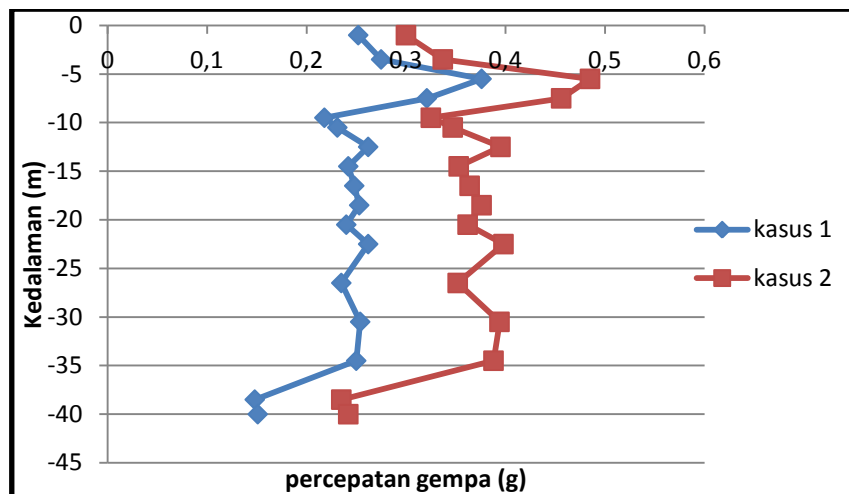
Dari hasil perhitungan, Fungsi Atenuase Joyner & Boore menghasilkan percepatan sebesar 0,151 g sedangkan Fungsi Atenuase Crouse menghasilkan percepatan sebesar 0,242 g.

Percepatan Gempa di Permukaan Tanah

Dengan bantuan, evaluasi kondisi lapisan tanah yang akan dilalui gempa untuk periode ulang 100 tahun, adalah dengan data digitasi sebagai berikut :

- Percepatan gempa dengan Fungsi Atenuase Joyner-Boore dengan karakteristik Gempa *El-Centro* (Kasus 1)
- Percepatan gempa dengan Fungsi Atenuase Crouse dengan karakteristik Gempa *El-Centro* (Kasus 2)

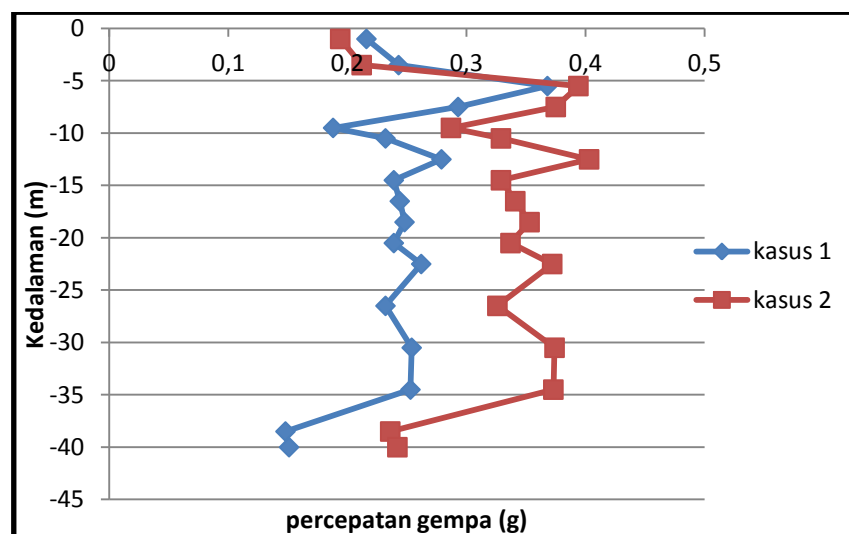
Berikut akan disajikan grafik percepatan gempa di permukaan tanah *output* Program Edushake di Lokasi I (BH-I)



Grafik 1. Grafik hubungan kedalaman tanah dan percepatan gempa pada lokasi I (BH-I)

Dari gambar dapat dilihat bahwa percepatan tanah di lapisan tanah pasir dengan N-SPT rendah dapat teramplifikasi lebih besar daripada di lapisan tanah lainnya. Percepatan gempa di kedalaman -9 m mencapai 0,405 g dengan nilai SPT yang cukup kecil yaitu 4. Hal ini disebabkan karena getaran gempa dirambatkan lebih cepat pada lapisan tanah yang lunak.

Sedangkan grafik percepatan gempa di permukaan tanah *output* Program Edushake di Lokasi II (BH-II) dapat dilihat seperti di bawah ini :



Grafik 2. Grafik hubungan kedalaman tanah dan percepatan gempa pada lokasi II (BH-II)

Dari gambar dapat dilihat bahwa percepatan tanah di lapisan tanah pasir dengan N-SPT rendah dapat teramplifikasi lebih besar daripada di lapisan tanah lainnya. Percepatan gempa di kedalaman -12,5 m mencapai 0,407 g dengan nilai SPT yang cukup kecil yaitu 7. Semakin tinggi nilai modulus geser maksimum tanah (tanah padat), percepatan gempa akan teramplifikasi kecil.

Nilai Cyclic Stress Ratio (CSR)

Nilai tegangan geser rata-rata atau sering disebut dengan CSR dapat dihitung sebagai berikut :

$$CSR = 0,65 \frac{a_{\max} \cdot \sigma_{vo}}{g \cdot \sigma'_{vo}} \cdot r_d \quad (3)$$

Dimana :

- $a_{\max}$ = percepatan gempa maksimum di permukaan tanah
- σ_{vo} = tegangan vertikal total
- σ'_{vo} = tegangan vertikal efektif
- r_d = faktor reduksi kedalaman
- g = percepatan (gravitasi)

Berikut akan disajikan nilai CSR untuk Lokasi I (Kasus 1)

Tabel 3. Nilai CSR untuk Lokasi I (Kasus I)

No. Lapisan	tebal	berat isi (kN/m ³)	σ_v (kN/m ²)	σ'_v (kN/m ²)	σ'_v/σ_v (kN/m ²)	r_d	$a_{\max}$	Faktor koreksi	CSR	CSR (M=7,5)
1	1 m	14	14	14	1.000	0.992	0.235	1.033	0.152	0.147
2	2 m	14	42	12	3.500	0.977	0.241	1.033	0.536	0.519
3	3 m	13.6	82.8	32.8	2.524	0.954	0.268	1.033	0.420	0.406
4	3 m	13.6	123.6	43.6	2.835	0.931	0.271	1.033	0.465	0.450
5	3 m	13.8	165	55	3.000	0.854	0.182	1.033	0.303	0.293
6	2 m	13.8	192.6	62.6	3.077	0.800	0.189	1.033	0.302	0.293
7	3 m	14.3	235.5	75.5	3.119	0.720	0.200	1.033	0.292	0.283
8	2 m	14.2	263.9	83.9	3.145	0.667	0.228	1.033	0.311	0.301
9	2 m	14.6	293.1	93.1	3.148	0.613	0.213	1.033	0.267	0.259
10	3 m	14.6	336.9	106.9	3.152	0.552	0.236	1.033	0.267	0.258
11	2 m	14.6	366.1	116.1	3.153	0.536	0.229	1.033	0.252	0.244
12	1.5 m	14.6	388	123	3.154	0.524	0.216	1.033	0.232	0.225
13	2.5 m	15.4	426.5	136.5	3.125	0.504	0.217	1.033	0.222	0.215
14	4 m	16.2	491.3	161.3	3.046	0.500	0.224	1.033	0.222	0.215
15	2 m	16.2	523.7	173.7	3.015	0.500	0.236	1.033	0.231	0.224
16	3 m	21.4	587.9	207.9	2.828	0.500	0.153	1.033	0.141	0.136
17	1 m	23	610.9	220.9	2.766	0.500	0.151	1.033	0.136	0.131

Nilai CSR untuk Lokasi I (Kasus II)

Tabel 4. Nilai CSR untuk Lokasi I (Kasus 2)

No. Lapisan	tebal	berat isi (kN/m ³)	σ_v (kN/m ²)	σ'_v (kN/m ²)	σ'_v/σ_v (kN/m ²)	r_d	$a_{\max}$	Faktor koreksi	CSR	CSR (M=7,5)
1	1 m	14	14	14	1	0.992	0.114	0.83	0.201	0.242
2	2 m	14	42	12	3.5	0.977	0.114	0.83	0.716	0.862
3	3 m	13.6	82.8	32.8	2.524	0.954	0.117	0.83	0.611	0.736
4	3 m	13.6	123.6	43.6	2.835	0.931	0.119	0.83	0.695	0.837
5	3 m	13.8	165	55	3	0.854	0.325	0.83	0.478	0.576
6	2 m	13.8	192.6	62.6	3.077	0.800	0.346	0.83	0.485	0.584
7	3 m	14.3	235.5	75.5	3.119	0.720	0.358	0.83	0.458	0.552
8	2 m	14.2	263.9	83.9	3.145	0.667	0.383	0.83	0.480	0.578

9	2 m	14.6	293.1	93.1	3.148	0.613	0.377	0.83	0.404	0.487
10	3 m	14.6	336.9	106.9	3.152	0.552	0.427	0.83	0.422	0.508
11	2 m	14.6	366.1	116.1	3.153	0.536	0.413	0.83	0.386	0.465
12	1.5 m	14.6	388	123	3.154	0.524	0.393	0.83	0.358	0.431
13	2.5 m	15.4	426.5	136.5	3.125	0.504	0.399	0.83	0.348	0.419
14	4 m	16.2	491.3	161.3	3.046	0.5	0.383	0.83	0.350	0.422
15	2 m	16.2	523.7	173.7	3.015	0.5	0.407	0.83	0.363	0.438
16	3 m	21.4	587.9	207.9	2.828	0.5	0.268	0.83	0.223	0.269
17	1 m	23	610.9	220.9	2.766	0.5	0.242	0.83	0.217	0.262

Nilai CSR untuk Lokasi II (Kasus I)

Tabel 5. Nilai CSR untuk Lokasi II (Kasus 1)

No. Lapisan	tebal	berat isi (kN/m ³)	σ_v (kN/m ²)	σ'_v (kN/m ²)	σ'_v/σ_v (kN/m ²)	r_d	a_{max}	Faktor koreksi	CSR	CSR (M=7.5)
1	1 m	14	14	14	1	0.992	0.216	1.033	0.139	0.135
2	2.5 m	14	49	14	3.5	0.973	0.243	1.033	0.538	0.521
3	2 m	14	77	32	2.406	0.958	0.368	1.033	0.551	0.534
4	2 m	14	105	40	2.625	0.943	0.293	1.033	0.471	0.456
5	2 m	13.8	132.6	47.6	2.785	0.920	0.188	1.033	0.313	0.303
6	1 m	13.6	146.2	51.2	2.855	0.894	0.232	1.033	0.385	0.373
7	2 m	14.3	174.8	59.8	2.923	0.840	0.279	1.033	0.445	0.431
8	2 m	14.2	203.2	68.2	2.979	0.787	0.239	1.033	0.364	0.353
9	2 m	14.6	232.4	77.4	3.002	0.733	0.244	1.033	0.349	0.338
10	2 m	14.6	261.6	86.6	3.020	0.596	0.248	1.033	0.290	0.281
11	2 m	14.6	290.8	95.8	3.035	0.58	0.239	1.033	0.274	0.265
12	2 m	14.6	320	105	3.047	0.564	0.262	1.033	0.293	0.283
13	4 m	15.4	381.6	126.6	3.014	0.532	0.232	1.033	0.242	0.234
14	4 m	16.2	446.4	151.4	2.948	0.5	0.254	1.033	0.243	0.236
15	4 m	16.2	511.2	176.2	2.901	0.5	0.253	1.033	0.239	0.231
16	4 m	21.4	596.8	221.8	2.690	0.5	0.148	1.033	0.129	0.125
17	1.5 m	23	631.3	241.3	2.616	0.5	0.151	1.033	0.128	0.124

Nilai CSR untuk Lokasi II (Kasus II)

Tabel 6. Nilai CSR untuk Lokasi II (Kasus 2)

No. Lapisan	tebal	berat isi (kN/m ³)	σ_v (kN/m ²)	σ'_v (kN/m ²)	σ'_v/σ_v (kN/m ²)	r_d	a_{max}	Faktor koreksi	CSR	CSR (M=7.5)
1	1 m	14	14	14	1	0.992	0.194	0.83	0.125	0.151
2	2.5 m	14	49	14	3.5	0.973	0.212	0.83	0.469	0.566
3	2 m	14	77	32	2.406	0.958	0.394	0.83	0.590	0.711
4	2 m	14	105	40	2.625	0.943	0.375	0.83	0.603	0.727
5	2 m	13.8	132.6	47.6	2.785	0.920	0.287	0.83	0.478	0.576
6	1 m	13.6	146.2	51.2	2.855	0.894	0.329	0.83	0.546	0.657
7	2 m	14.3	174.8	59.8	2.923	0.840	0.403	0.83	0.643	0.775
8	2 m	14.2	203.2	68.2	2.979	0.787	0.329	0.83	0.501	0.604
9	2 m	14.6	232.4	77.4	3.002	0.733	0.341	0.83	0.488	0.588
10	2 m	14.6	261.6	86.6	3.020	0.596	0.353	0.83	0.413	0.498
11	2 m	14.6	290.8	95.8	3.035	0.580	0.337	0.83	0.386	0.465
12	2 m	14.6	320	105	3.047	0.564	0.372	0.83	0.416	0.501
13	4 m	15.4	381.6	126.6	3.014	0.532	0.326	0.83	0.340	0.409
14	4 m	16.2	446.4	151.4	2.948	0.500	0.374	0.83	0.358	0.432
15	4 m	16.2	511.2	176.2	2.901	0.500	0.373	0.83	0.352	0.424

16	4 m	21.4	596.8	221.8	2.690	0.500	0.236	0.83	0.206	0.249
17	1.5 m	23	631.3	241.3	2.616	0.500	0.242	0.83	0.206	0.248

Nilai Cyclic Resistance Ratio (CRR)

Merupakan suatu variabel yang mendefenisikan kapasitas tanah sebagai tahanan likuifaksi yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian lapangan.

$$(N_1)_{60} = 1,67 \cdot N \cdot C_b \cdot E_m \cdot C_r \quad (4)$$

Dengan :

- $(N_1)_{60}$ = Nilai N SPT yang dikoreksi terhadap prosedur pengujian lapangan
 E_m = efesiensi hammer,
 C_b = korelasi diameter borelog.
 N = hasil test SPT
 C_r = panjang rod

Berikut akan disajikan nilai CSR untuk Lokasi I

Tabel 7. Nilai CRR untuk Lokasi I

No	Kedalaman	N	C_b	E_m	C_r	N_{60}	σ_v' (kPa)	$N_{1(60)}$
1	-1	1	1.05	0.6	1	1.052	14	2.812
2	-3	1	1.05	0.6	1	1.052	12	3.037
3	-6	3	1.05	0.6	1	3.156	32.8	5.511
4	-9	4	1.05	0.6	1	4.208	43.6	6.373
5	-12	10	1.05	0.6	1	10.52	55	14.19
6	-14	10	1.05	0.6	1	10.52	62.6	13.3
7	-17	5	1.05	0.6	1	5.261	75.5	6.054
8	-19	4	1.05	0.6	1	4.208	83.9	4.594
9	-21	5	1.05	0.6	1	5.261	93.1	5.452
10	-24	4	1.05	0.6	1	4.208	106.9	4.07
11	-26	5	1.05	0.6	1	5.261	116.1	4.882
12	-27.5	6	1.05	0.6	1	6.313	123	5.692
13	-30	6	1.05	0.6	1	6.313	136.5	5.403
14	-34	7	1.05	0.6	1	7.365	161.3	5.799
15	-36	6	1.05	0.6	1	6.313	173.7	4.79
16	-39	44	1.05	0.6	1	46.29	207.9	32.11
17	-40	50	1.05	0.6	1	52.61	220.9	35.39

Sedangkan nilai CSR untuk Lokasi II adalah sebagai berikut :

Tabel 8. Nilai CRR untuk Lokasi II

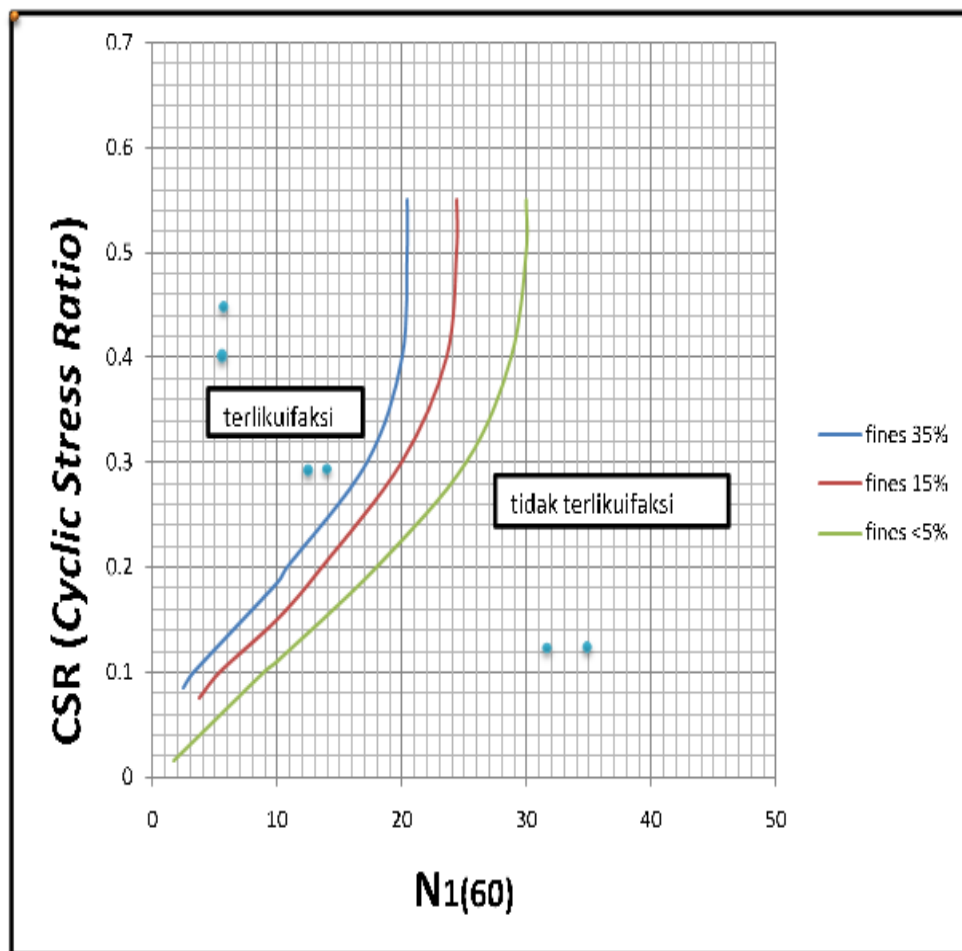
No	Kedalaman	N	C_b	E_m	C_r	N_{60}	σ_v' (kPa)	$N_{1(60)}$
1	-1	2	1.05	0.6	1	2.1042	14	5.6237
2	-3	2	1.05	0.6	1	2.1042	14	5.6237
3	-6	2	1.05	0.6	1	2.1042	32	3.7197
4	-9	3	1.05	0.6	1	3.1563	40	4.9905
5	-12	10	1.05	0.6	1	10.521	47.6	15.249
6	-14	9	1.05	0.6	1	9.4689	51.2	13.233
7	-17	7	1.05	0.6	1	7.3647	59.8	9.5237
8	-19	5	1.05	0.6	1	5.2605	68.2	6.3699
9	-21	4	1.05	0.6	1	4.2084	77.4	4.7835

10	-24	5	1.05	0.6	1	5.2605	86.6	5.6529
11	-26	6	1.05	0.6	1	6.3126	95.8	6.4495
12	-27.5	5	1.05	0.6	1	5.2605	105	5.1337
13	-30	7	1.05	0.6	1	7.3647	126.6	6.5454
14	-34	6	1.05	0.6	1	6.3126	151.4	5.1303
15	-36	7	1.05	0.6	1	7.3647	176.2	5.5482
16	-39	52	1.05	0.6	1	54.709	221.8	36.735
17	-40	54	1.05	0.6	1	56.813	241.3	36.574

Analisis Potensi Likuifaksi

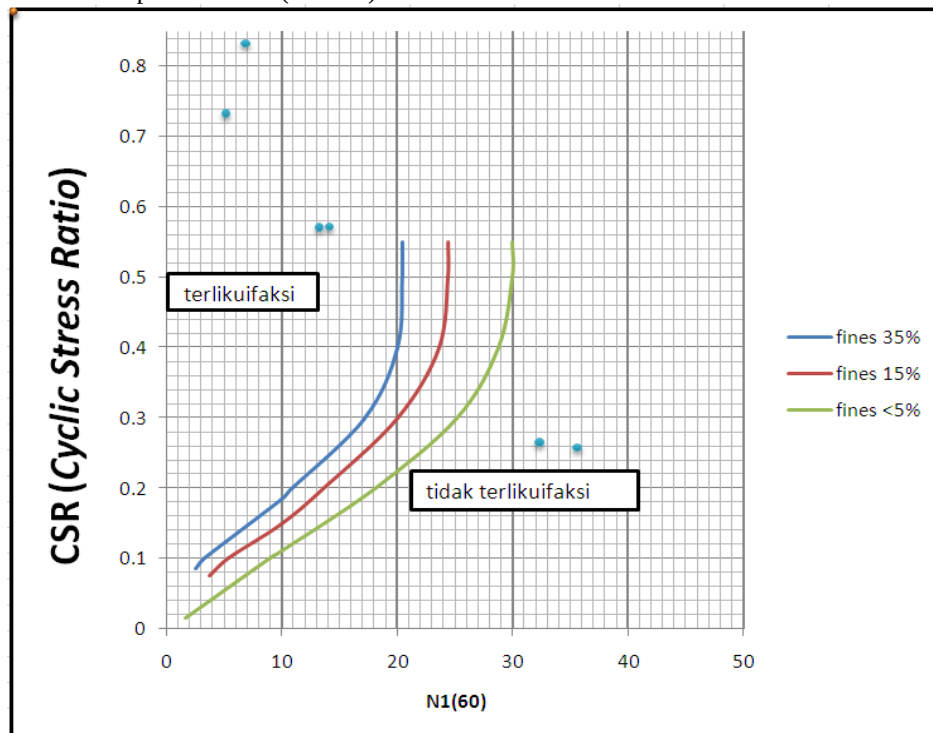
Analisis likuifaksi dilakukan dengan menghubungkan setiap nilai CSR dan CRR yang telah didapatkan pada perhitungan sebelumnya. Nilai CSR (*Cyclic Stress Ratio*) dan CRR (*Cyclic Resistance Ratio*). Secara grafis, titik tersebut akan dihubungkan pada grafik Seed at al di bawah ini dengan fines $\leq 5\%$.

Analisis potensi likuifaksi pada lokasi I (kasus I)



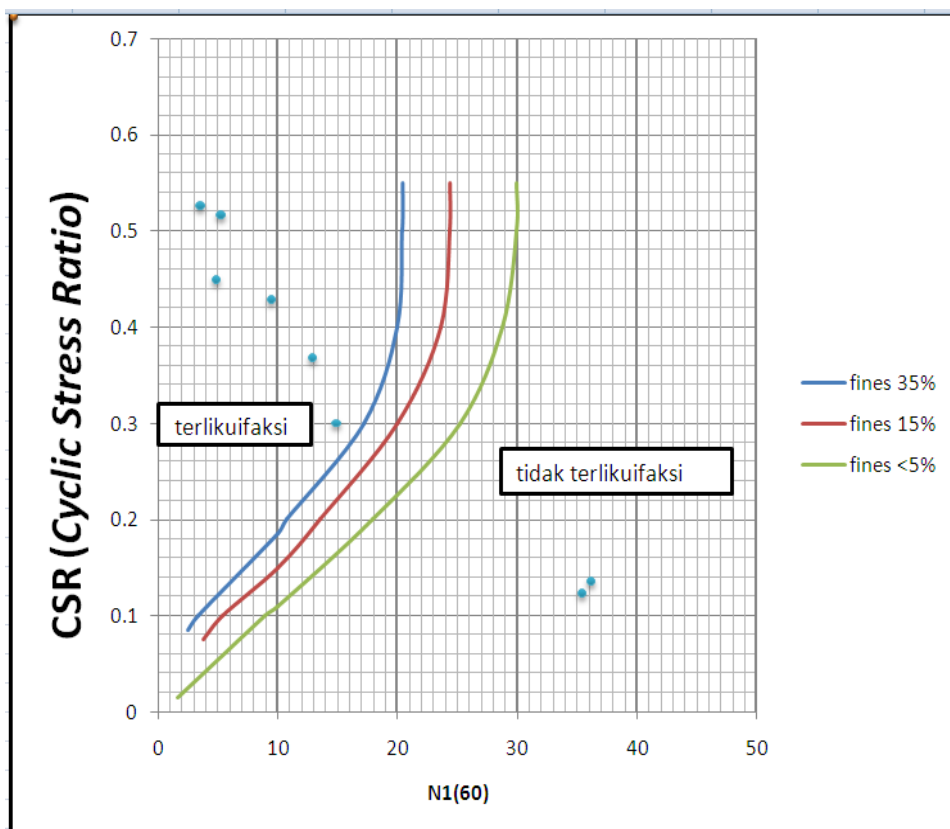
Grafik 3. Analisis potensi likuifaksi pada lokasi I (kasus I)

Analisis potensi likuifaksi pada lokasi I (kasus 2)



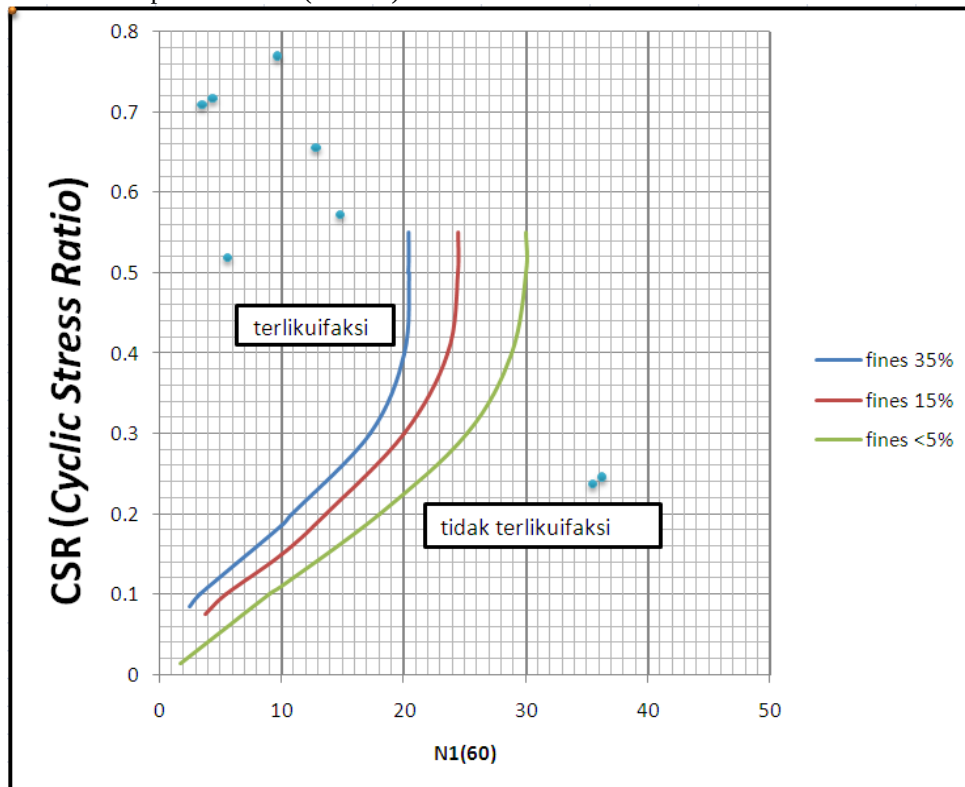
Grafik 4. Analisis potensi likuifaksi pada lokasi I (kasus 2)

Analisis potensi likuifaksi pada lokasi II (kasus 1)



Grafik 5. Analisis potensi likuifaksi pada lokasi II (kasus 1)

Analisis potensi likuifaksi pada lokasi II (kasus 2)



Grafik 6. Analisis potensi likuifaksi pada lokasi II (kasus 2)

5. KESIMPULAN

Dari hasil dan analisis tanah pada pembangunan Jembatan Sei Batang Serangan Langkat, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

- Lapisan pasir lepas pada tanah dijumpai pada kedalaman -3 m hingga -14 m untuk lokasi I dan kedalaman -1 m hingga -12,5 m untuk lokasi II dengan nilai SPT yang cukup rendah yaitu berkisar antara 2 – 10
- Dari hasil perhitungan, Fungsi Atenuase Joyner & Boore menghasilkan percepatan sebesar 0,151 g sedangkan Fungsi Atenuase Crouse menghasilkan percepatan sebesar 0,242 g
- Untuk lokasi I, dengan menggunakan prediksi 100 tahunan, nilai CSR meningkat untuk setiap kedalaman.
 - Kasus 1, nilai CSR berkisar antara 0,131 – 0,450
 - Kasus 2, nilai CSR berkisar antara 0,262 – 0,837

Sehingga dengan nilai N-SPT yang cukup rendah akan menimbulkan potensi likuifaksi sedalam 11 m lapisan pasir.

- Untuk lokasi II, dengan menggunakan prediksi 100 tahunan, nilai CSR meningkat untuk setiap kedalaman.
 - Kasus 1, nilai CSR berkisar antara 0,303 – 0,534
 - Kasus 2, nilai CSR berkisar antara 0,566 – 0,775

Sehingga, dengan nilai N-SPT yang cukup rendah akan menimbulkan potensi likuifaksi sedalam 11,5 m lapisan pasir.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph. E. 1986. *Analisa dan Disain Pondasi Jilid I*. Jakarta : Erlangga
- Das, Braja M. 1993. *Principle of Soil Dynamics*. Boston : Publishing company

- Das, Braja. M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) – I*. Jakarta :Erlangga
- Das, Braja. M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) – II*. Jakarta :Erlangga
- Hardyatmo, Hary Christady.2002. *Teknik Fondasi I* . Jakarta : Beta Offset
- Hutapea, Bigman Marihat, dkk. 2009. Analisa *Hazard Gempa* dan Usulan *Ground Motion* untuk Kota Jakarta. Jurnal Vol. 16 No.3. p.125
- Irsyam, Mahsyur. 2006. *Pengantar Dinamika Tanah dan Rekayasa Gempa*. Bandung : ITB
- Manual User Guide Edu Shake
- Steven, L.Krammer. 1994. *Geotechnical Earthquake Engineering*. New Jersey : Uppersaddle River
- Badan Standardisasi Nasional .Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan SPT (*SNI 4153 : 2008*)
- Tim Revisi Peta Gempa Indonesia. 2010. *Peta Hazard Gempa 2010*. Jakarta : Kementrian Pekerjaan Umum
- USGS National Earthquake Information Center