



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202054154, 29 November 2020.

Pencipta

Nama : **Enden Mina ST., MT, Rama Indera Kusuma, ST., MT dkk**
Alamat : Villa Permata Hijau Cluster Garnet Blok C1 No.2 Kel. Serdang Kec. Kramatwatu , Serang, BANTEN, 42161
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Enden Mina ST., MT., Rama Indera Kusuma ST., MT dkk**
Alamat : Villa Permata Hijau Cluster Garnet Blok C1 No.2. Kel. Serdang Kec. Kramatwatu , Serang, BANTEN, 42161
Kewarganegaraan : Indonesia
Jenis Ciptaan : **Karya Tulis**
Judul Ciptaan : **Potensi Likuifaksi Berdasarkan Data Penyelidikan Tanah Standard Penetration Test (SPT) (Studi Kasus : Cross Taxiway Timur Bandara Soekarno – Hatta Tangerang)**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 29 November 2020, di Cilegon

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000221497

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Enden Mina ST., MT	Villa Permata Hijau Cluster Garnet Blok C1 No.2 Kel. Serdang Kec. Kramatwatu
2	Rama Indera Kusuma, ST.,MT	Perum GCD Blok E.06No.07B RT/RW 001/005 Kel. Kalitimbang Kec. Cibeber
3	Kiki Ariandhika Muzaky	KP. Pasar Keong RT 002 RW 001 Kel.Pasar Keong Kec. Cibadak

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Enden Mina ST., MT.	Villa Permata Hijau Cluster Garnet Blok C1 No.2. Kel. Serdang Kec. Kramatwatu
2	Rama Indera Kusuma ST., MT	PERUM GCD Blok E.06NO.07B RT/RW 001/005 Kel. Kalitimbang Kec. Cibeber
3	Kiki Ariandhika Muzaky	Kp. Pasar Keong RT 002 RW 001 Kel. Pasar Keong Kec. Cibadak



Analisis Potensi Likuifaksi Berdasarkan Data Penyelidikan Tanah Standard Penetration Test (SPT) (Studi Kasus : Cross Taxiway Timur Bandara Soekarno – Hatta Tangerang)

Enden Mina¹, Rama Indera K², Kiki Ariandhika M³

^{1 2 3}Jurusan Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Jendral Sudirman Km.3 Cilegon 42435, Banten

Email: kiki.ariandhika@gmail.com

INTISARI

Bandar Udara Soekarno Hatta di Kota Tangerang merupakan salah satu Objek Vital Nasional yang mana dalam pengembangannya memerlukan perhitungan dan perancangan yang matang dikarenakan lokasi tersebut berada pada wilayah pesisir Pantai Utara Jawa yang diperkirakan memiliki jenis tanah berpasir dimana potensi likuifaksi dapat terjadi, sehingga mengacu pada bahaya yang dapat ditimbulkan oleh likuifaksi maka penting untuk menganalisis potensi likuifaksi yang dapat terjadi.

Penelitian ini bertujuan mengetahui potensi likuifaksi yang mungkin terjadi pada tanah di Bandara Soekarno-Hatta terutama pada area proyek pembangunan cross taxiway timur. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisa nilai *safety factor* yang didapatkan dengan membandingkan nilai *Cyclic Stress Ratio* dan *Cyclic Resistance Ratio* dengan menggunakan parameter tanah yang berasal dari data uji bor (NSPT) dan sondir (CPT). Suatu tanah akan terlikuifaksi apabila memiliki nilai *safety factor* kurang dari satu dan tidak terlikuifaksi apabila nilainya lebih atau sama dengan satu.

Berdasarkan hasil penelitian setelah dilakukannya perhitungan dan analisis likuifaksi dengan nilai percepatan gempa rata-rata kota Tangerang sebesar 0,35 g, diketahui seluruh area *cross taxiway* timur Bandara Soekarno Hatta memiliki potensi untuk mengalami likuifaksi. Berdasarkan perhitungan dengan interpretasi data CPT akan mengalami likuifaksi pada rentang kedalaman 9,2m – 13,6m, sedangkan dengan menggunakan data SPT berpotensi mengalami likuifaksi pada rentang kedalaman 2m-20m.

Kata kunci: Likuifaksi, *Cyclic Stress Ratio*, *Cyclic resistance Ratio*, N-SPT, Sondir

ABSTRACT

Soekarno-Hatta Airport in Tangerang City is one of the National Vital Objects which in its development requires careful calculations and design because the location is in the coastal area of North Java which is estimated to have sandy soil types where the potential for liquefaction can occur, thus referring to the danger can be caused by liquefaction, it is important for us to analyze the potential for liquefaction that can occur.

This study aims to determine the potential for liquefaction that may occur on soil at Soekarno-Hatta Airport, especially in the area of the east cross taxiway construction project. The method used in this study is the analysis of the value of the safety factor obtained by comparing the value of Cyclic Stress Ratio and Cyclic Resistance Ratio using soil parameters derived from drill test data (NSPT) and sondir (CPT). A soil will be simulated if it has a safety factor value of less than one and is not simulated if the value is more or equal to one.

Based on the results of the study after liquefaction calculation and analysis carried out with the value of the earthquake acceleration the average of the city of Tangerang was 0.35g. It is known that the entire cross taxiway area east of Soekarno Hatta Airport has the potential to experience liquefaction. Based on calculations with the interpretation of CPT data it will experience liquefaction at an average depth of 9.2m - 13.6m, while using SPT data it has the potential to experience liquefaction at a depth of 2m-20m.

Keyword: Liquefaction, *Cyclic Stress Ratio*, *Cyclic resistance Ratio*, N-SPT, Sondir

1. PENDAHULUAN

Likuifaksi merupakan suatu peristiwa hilangnya kekuatan geser tanah akibat meningkatnya tegangan air pori tanah pada saat terjadinya gempa bumi. Pada kondisi tersebut, tanah akan berubah dari keadaan padat menjadi keadaan cair, sehingga menjadi berbahaya bagi bangunan yang berdiri di atasnya. Untuk menentukan suatu daerah memiliki potensi likuifaksi atau tidak, dapat dilakukan dengan pendekatan uji lapangan seperti CPT dan SPT yang nantinya akan dihitung faktor keamanannya [4].

Penelitian mengenai potensi likuifaksi sudah sering kali dilakukan, salah satunya oleh Mina dkk (2017) dengan studi kasus pada proyek pembangunan gedung baru Universitas Sultan Ageng Tirtayasa di Kabupaten Serang. Dalam penelitian tersebut perhitungan resiko likuifaksi dilakukan berdasarkan data *Standard Penetration Test* dengan hasil akhir berupa peta resiko likuifaksi yang dapat terjadi di Kabupaten Serang terutama pada area pembangunan gedung tersebut.

Menurut pengamatan penulis Bandar Udara Soekarno Hatta di Kota Tangerang merupakan salah satu Objek Vital Nasional yang mana dalam pengembangannya memerlukan perhitungan dan perancangan yang matang dikarenakan lokasi tersebut berada pada wilayah pesisir Pantai Utara Jawa yang diperkirakan memiliki jenis tanah berpasir dimana potensi likuifaksi dapat terjadi, sehingga mengacu pada bahaya yang dapat ditimbulkan oleh likuifaksi maka penting bagi kita untuk menganalisis potensi likuifaksi yang dapat terjadi. Hal ini lah yang pada akhirnya melatar belakangi penulis untuk menganalisis potensi likuifaksi yang mungkin terjadi di wilayah Tangerang terutama di Proyek Cross Taxiway Timur Bandara Soekarno-Hatta Tangerang. Dalam penelitian ini penulis akan menggunakan interpretasi data CPT dan SPT pada lokasi tersebut untuk mengetahui potensi likuifaksi jika terjadi gempa.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Siringoringo (2014), dalam penelitiannya mengenai “Analisis Potensi Likuifaksi Pada Sektor Runway dan Taxiway Bandar Udara

Medan Baru”. Mendapatkan hasil perhitungan yakni percepatan gempa batuan dasar yang didapatkan pada frekuensi gempa antara tahun 1973-2012 adalah sebesar 0,269g menggunakan atenuase joyner dan boore serta 0,131g menggunakan atenuase crouse. Sehingga dapat disimpulkan bahwa area Runway Bandar Udara Medan Baru memiliki lapisan tanah yang berpotensi terlikuifaksi pada kedalaman 4 hingga 11 meter. Pada area Taxiway, memiliki lapisan tanah yang berpotensi terlikuifaksi yaitu pada kedalaman 3 hingga 11 meter dan pada kedalaman 18 meter[3].

Dari kajian yang dilakukan Kurniawan Nuri (2014) mengenai “Analisis Potensi Likuifaksi Berdasarkan Data CPT (Studi Kasus Sinter Plant dan Coke Plant Area Krakatau Posco Cilegon)”. Didapatkan hasil analisa perhitungan yang menunjukkan daerah Sinter Plant & Coke Plant Area Cilegon memiliki nilai FS sebesar ($< 0,5$) pada kedalaman yang bervariasi, antara 0 sampai ± 12 meter kedalam tanah, dibanding faktor keamanan yang ditetapkan, yaitu FS = 1. Hal ini berarti bahwa titik-titik yang dianalisa datanya mengalami likuifaksi[1].

Sudirman (2017) dalam penelitiannya tentang “Analisa potensi likuifaksi berdasarkan data SPT (studi kasus proyek pembangunan gedung baru UNTIRTA sindang sari)”. Dari hasil analisa diarea itu memiliki rata-rata nilai N-SPT yang tinggi sehingga diketahui jenis tanah diarea tersebut adalah tanah pasir keras dan padat, sehingga berbanding lurus dengan nilai CRR yang didapatkan. Kemudian nilai CSR yang didapatkan juga tinggi berbanding lurus dengan percepatan gempa hasil analisis software NERA dengan nilai $> 0,2$ g. Dari hasil analisa FS diketahui titik BH-1 dikedalaman 17,5-19,5 m mengalami likuifaksi dengan nilai 0,91 (FS <1). Sedangkan titik lain aman karena hasil yang didapat FS >1 [2].

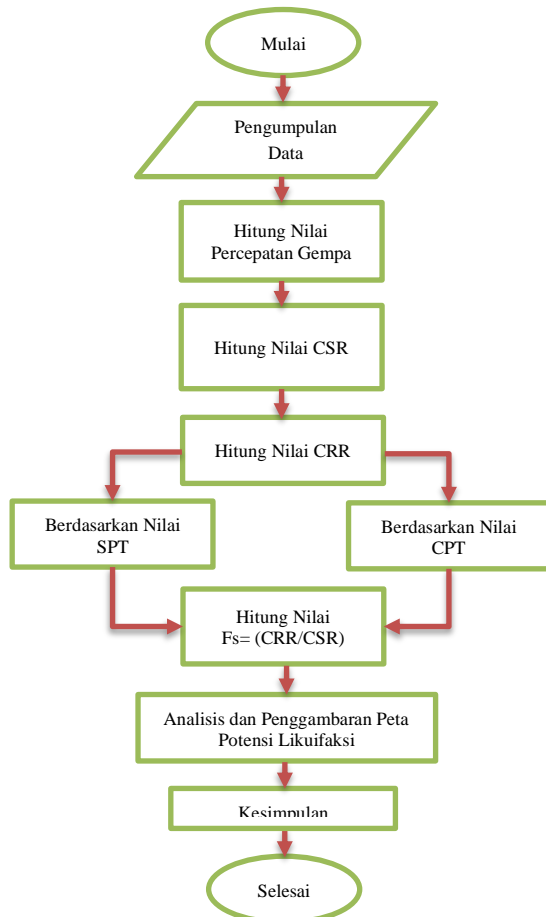
3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis mengambil studi kasus pada Proyek Perluasan Area Taxiway Timur Bandara Soekarno Hatta, Kota Tangerang. Data yang digunakan pada penelitian ini hanya terbatas pada data sondir (CPT) dan SPT yang digunakan untuk

menghitung nilai faktor keamanan sebagai bagian dari analisis likuifaksi dilokasi tersebut [.

Adapun tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan penulis diilustrasikan dalam diagram alir sebagai berikut :



3.2. Tahapan Analisis Likuifaksi

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan Percepatan Gempa

Percepatan gempa (α_{max}) merupakan percepatan puncak muka tanah akibat getaran gempa yang terjadi. Metode penentuan percepatan gempa dapat menggunakan beberapa metode, antara lain, SNI 1726 - 2012, data puskim, dan software NERA. Penulis pada penelitian ini menggunakan data percepatan gempa hasil penelitian percepatan gempa di crossway Bandara Soekarno-Hatta oleh Aisi Farhah pada tahun 2018 dengan menggunakan bantuan software NERA.

b. Menghitung nilai *Cyclic Stress Ratio* (CSR)

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

Dimana:

a_{max} = Percepatan gempa maximum

σ_{vo} = Tegangan Total

σ'_{vo} = Tegangan Efektif

r_d = Koefisien Tegangan Reduksi[5]

c. Menghitung nilai *Cyclic Resistance Ratio* (CRR).

Menghitung Nilai CRR berdasarkan nilai N-SPT

$$CRR_{7,5} = \exp^{[0,01]} \left[\frac{(N_1)_{60cs}}{14,1} + \left(\frac{(N_1)_{60cs}}{126} \right)^2 - \left(\frac{(N_1)_{60cs}}{23,6} \right)^3 + \left(\frac{(N_1)_{60cs}}{25,4} \right)^4 - 2,8 \right] \quad (2)$$

Menghitung nilai CRR berdasarkan nilai CPT

$$CRR_{7,5} = \exp \left[\left(\frac{(q_{cIN})_{cs}}{540} \right) + \left(\frac{(q_{cIN})_{cs}}{67} \right)^2 - \left(\frac{(q_{cIN})_{cs}}{80} \right)^3 + \left(\frac{(q_{cIN})_{cs}}{114} \right)^4 - 3 \right]$$

d. Hitung nilai faktor keamanan.

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

e. Penggambaran Peta dilakukan untuk mempermudah dalam menganalisis potensi likuifaksi. Penggambaran dilakukan dengan bantuan software autocad dan potensi likuifaksi diklasifikasikan digambarkan berdasarkan kedalaman dari potensi likuifaksi yang akan terjadi..

f. Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan nilai faktor keamanan yang didapatkan. Serta dari analisis output berupa grafik CSR vs Kedalaman, grafik CRR vs kedalaman, serta faktor keamanan vs kedalaman. Kemudian analisis terhadap kurva persebaran titik dilokasi penelitian yakni korelasi antara nilai q_{cIN} dengan nilai rasio tahanan siklik (CRR).

4. ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa potensi likuifaksi secara garis besar merupakan perbandingan nilai CSR dan CRR, jika nilainya lebih dari satu maka lapisan tersebut aman dari likuifaksi sedangkan jika nilai kurang dari satu maka lapisan tanah tersebut berpotensi terjadi likuifaksi. Analisa langkah pertama yaitu menganalisa profil tanah yang memenuhi

syarat terjadi likuifaksi, mencari nilai CSR, nilai CRR, dan kemudian membandingkan nilai tersebut untuk mendapatkan nilai faktor keamanan (FS). Berdasarkan nilai FS tersebut maka dapat disimpulkan bahwa lapisan tanah tersebut aman atau tidak aman terhadap potensi terjadinya likuifaksi [5].

a. Analisa Likuifaksi dengan Data CPT
Berikut ini perhitungan analisa likuifaksi menggunakan salah satu data CPT:

1). Data

Nomor Lapisan : 2
Kedalaman lapisan : 20 cm
Muka air tanah : -540 cm
(γ) : 0,00175kg/cm³
 q_c : 8 kg/cm²
Perc. gravitasi (g) : 980 cm/det²

2). Tegangan Total (σ_o)

$$\begin{aligned}\sigma_o &= h \times \gamma \\ &= (20 \text{ cm}) (0.00175 \text{ kg/cm}^3) \\ &= 0.035 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

3). Tegangan Efektif (σ_o')

$$\begin{aligned}\sigma_o' &= \sigma_o - u \\ &= (h \times \gamma) - (hw \times \gamma_w) \\ &= (20 \times 0.00175) - (0 \times 0.000936) \\ &= 0.035 \text{ kg/cm}^2 [7]\end{aligned}$$

4). Mencari nilai Ic

$$\begin{aligned}Ic &= [(3.47 - \log Q)^2 - (1.22 + \log F)^2]^{0.5} \\ Q &= [(q_c - \sigma_o) / Pa] [(Pa / \sigma'_{vo})^n] \\ &= [(q_c - \sigma_o) / Pa] [(Pa / \sigma'_{vo})]^{1.0} \\ &= [(q_c - \sigma_{vo}) / \sigma'_{vo}] \\ &= [(8 - 0.035) / 0.035] \\ &= 227.57\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F &= [fs / (q_c - \sigma_o)] \times 100\% \\ &= [6.25 / (8 - 0.035)] \times 100\% \\ &= 0.785\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Ic &= [(3.47 - \log Q)^2 + (1.22 + \log F)^2]^{0.5} \\ &= [(3.47 - \log 227.57)^2 + (1.22 + \log 0.785)^2]^{0.5} \\ &= 1.58\end{aligned}$$

untuk $Ic \leq 1.64$, $Kc = 1.0$

5). Normalisasi dari tahanan penetrasi konus

$$\begin{aligned}q_{c1N} &= C_Q (q_c / P_a) \\ C_Q &= (P_a / \sigma'_{vo})^n \\ C_Q &= (1 / 0.035)^1 \\ C_Q &= 28.571 \\ q_{c1N} &= C_Q (q_c / P_a) \\ &= 28.571 (8 / 1) \\ &= 228.571\end{aligned}$$

6). $(q_{c1N})_{cs} = K_c q_{c1N}$

$$\begin{aligned}&= 1 \times 228.571 \\ &= 138.194\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}7). \text{ CRR} &= 93[(q_{c1N})_{cs} / 1.000]^3 + 0.08 \\ &= 93 (138.194 / 1000)^3 + 0.08 \\ &= 1.191\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}8). \text{ CSR} &= 0.65 \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \left(\frac{\sigma_o}{\sigma'_{vo}} \right) rd \\ rd &= 1 - 0.00765z \\ rd &= 1 - 0.00765 \times 0.2 \\ &= 0.998\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{CSR} &= 0.65 \times \left(\frac{0.359}{0.98} \right) \left(\frac{0.350}{0.350} \right) \times 0.998 \\ &= 0.238\end{aligned}$$

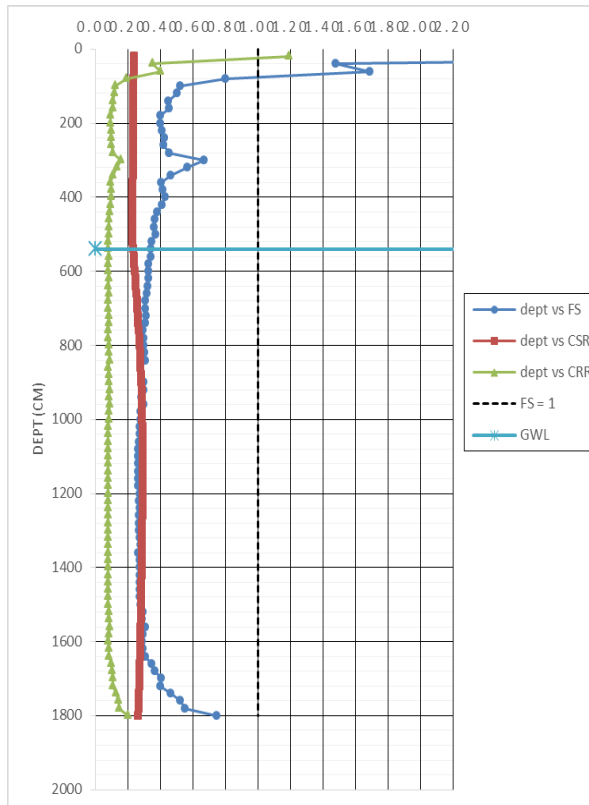
$$\begin{aligned}9). \text{Fs} &= \frac{\text{CRR}}{\text{CSR}} = \frac{0.998}{0.238} \\ &= 5.01 > 1 \text{ maka tidak} \\ &\text{terlikuifaksi}\end{aligned}$$

Berikut hasil perhitungan keseluruhan analisa likuifaksi pada titik sondir S01 yang dimasukan kedalam tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Perhitungan Titik S01

Depth (m)	CRR	CSR	FS
1	0.236	0.124	0.523
2	0.234	0.094	0.400
3	0.232	0.156	0.671
4	0.231	0.099	0.430
5	0.229	0.085	0.371
6	0.244	0.080	0.329
7	0.260	0.080	0.306
8	0.273	0.081	0.297
9	0.284	0.085	0.299
10	0.290	0.081	0.279
11	0.291	0.077	0.264
12	0.291	0.079	0.271
13	0.289	0.077	0.267
14	0.287	0.078	0.272
15	0.283	0.079	0.279
16	0.278	0.080	0.287
17	0.272	0.110	0.402
18	0.265	0.197	0.745

(Sumber : Hasil Analisa Penulis 2019)



Gambar 1 Grafik CSR, CRR, FS vs Depth S01
(Sumber : Hasil Analisa Penulis, 2019)

Tabel 2. Resume Hasil Perhitungan Potensi Likuifaksi dari data CPT.

Titik	Kedalaman	Fs	Keterangan
S01	5.4-18m	0.263	Likuifaksi
S02	5-18.2m	0.257	Likuifaksi
S03	6-14m	0.285	Likuifaksi
S04	6.2-14m	0.290	Likuifaksi
S05	6.2-18m	0.273	Likuifaksi
S06	6.4-18m	0.275	Likuifaksi
S07	6.2-17m	0.284	Likuifaksi
S08	6-16.8m	0.283	Likuifaksi
S09	6.2-16.2m	0.286	Likuifaksi
S10	5.6-17.6m	0.275	Likuifaksi
S11	6-15.8m	0.283	Likuifaksi
S12	6-17m	0.282	Likuifaksi
S13	5.8-16.8m	0.279	Likuifaksi
S14	6-15.8m	0.282	Likuifaksi
S15	5.6-16.8m	0.273	Likuifaksi
S16	6-18.4m	0.294	Likuifaksi
S17	5.4-16.8m	0.274	Likuifaksi

S18	5-16m	0.277	Likuifaksi
S19	6-16.5m	0.286	Likuifaksi
S20	5.6-17.6m	0.281	Likuifaksi
S21	6.2-15.8m	0.295	Likuifaksi
S22	6.6-17.6m	0.289	Likuifaksi
S23	5.6-18.2m	0.274	Likuifaksi
S24	5-16.6m	0.273	Likuifaksi
S25	4-16.6m	0.255	Likuifaksi
S26	6-15.6m	0.280	Likuifaksi
S27	4.2-17m	0.270	Likuifaksi
S28	4.8-17.2m	0.281	Likuifaksi
S29	6.2-16.8m	0.307	Likuifaksi
S30	5.6-16.8m	0.297	Likuifaksi
S31	5.8-17m	0.293	Likuifaksi
S32	6.0-16.8m	0.296	Likuifaksi
S33	4.6-17.6m	0.273	Likuifaksi
S34	4.0-17m	0.263	Likuifaksi
S35	4.0-17.8m	0.262	Likuifaksi
S36	5.0-17.6m	0.282	Likuifaksi
S37	5.6-16.8m	0.288	Likuifaksi
S38	6.6-17.6m	0.317	Likuifaksi
S39	6.6-17m	0.311	Likuifaksi
S40	5.8-14.2m	0.302	Likuifaksi

(Sumber : Hasil Analisa Penulis, 2019)

b. Analisa Likuifaksi dengan Data SPT

1). Data SPT

Nomor Lapisan	: 17
Jenis Tanah	: Pasir
Kedalaman Lapisan	: 34 m
Ground Water Level	: 8 m
N-SPT	: 60
Perc. gempa (a_{max})	: 0,349 g

2). Tegangan Total (σ)

$$\begin{aligned}\sigma &= (h \times \gamma_{sat}) + \sigma_{lapisan\ atas} \\ &= (2 \times 23) + 694,71 \\ &= 740,71 \text{ KN/m}^2\end{aligned}$$

3). Tegangan Efektif (σ')

$$\begin{aligned}\sigma' &= (h \times \gamma) + \sigma'_{lapisan\ atas} \\ &= (h \times (\gamma_{sat} - \gamma_w)) + \sigma'_{lapisan\ atas} \\ &= (2 \times (23 - 9,81)) + 439,65 \\ &= 466,03 \text{ KN/m}^2\end{aligned}$$

4). Reduksi Tegangan (r_d) []

$$r_d =$$

$$\frac{(1 - 0,4113z^{0,5} + 0,04052z + 0,001753z^{1,5})}{(1 - 0,4177z^{0,5} + 0,05729z - 0,006205z^{1,5} + 0,001210z^2)}$$

$$= \frac{(1-0,4113(38)^{0,5}+0,04052(38)+0,001753(38)^{1,5})}{(1-0,4177(38)^{0,5}+0,05729(38)-0,006205(38)^{1,5}+0,001210(38)^{1,5}}$$

$$= 0,48 \text{ m}$$

5). *Cyclic Stress Ratio (CSR)*

$$CSR = 0,65 \left(\frac{a_{max}}{g} \right) x \left(\frac{\sigma'}{\sigma'_v} \right) x r_d$$

$$= 0,65 \left(\frac{0,349g}{g} \right) x \left(\frac{740,71}{466,03} \right) x 0,48$$

$$= 0,173$$

6). *Faktor Koreksi (N₁)₆₀*

$$C_N = \frac{2,2}{(1,2 + \frac{\sigma'_v}{Pa})} = \frac{2,2}{(1,2 + \frac{466,03}{98,066})} = 0,37$$

$$C_E = 1$$

$$C_B = 1$$

$$C_R = 0,75$$

$$C_S = 1$$

$$(N_1)_{60} = N_m C_N C_E C_B C_R C_S$$

$$= 60 x 0,37 x 1 x 1 x 0,75 x 1$$

$$= 16,63$$

7). *Menentukan (N₁)_{60cs}*

Diambil (Fc = 5 %, α = 0 , β = 1

$$(N_1)_{60cs} = \alpha + \beta x (N_1)_{60}$$

$$= 0 + 1 x 16,63$$

$$= 16,63$$

8). *Cyclic Resistance Ratio (CRR_{7,5})*

$$CRR_{7,5} = \exp \left(\frac{(N_1)_{60cs}}{14,1} + \left(\frac{(N_1)_{60cs}}{126} \right)^2 + \left(\frac{(N_1)_{60cs}}{23,6} \right)^3 + \left(\frac{(N_1)_{60cs}}{25,4} \right)^4 + 2,8 \right)$$

$$= \exp \left(\frac{16,63}{14,1} + \left(\frac{16,63}{126} \right)^2 + \left(\frac{16,63}{23,6} \right)^3 + \left(\frac{16,63}{25,4} \right)^4 + 2,8 \right)$$

$$= 0,170$$

9). *Faktor Keamanan (FS)*

$$FS = \frac{CRR_{7,5}}{CSR}$$

$$= \frac{0,170}{0,173}$$

$$= 0,98 < 1 \text{ (Terlikuifaksi)}$$

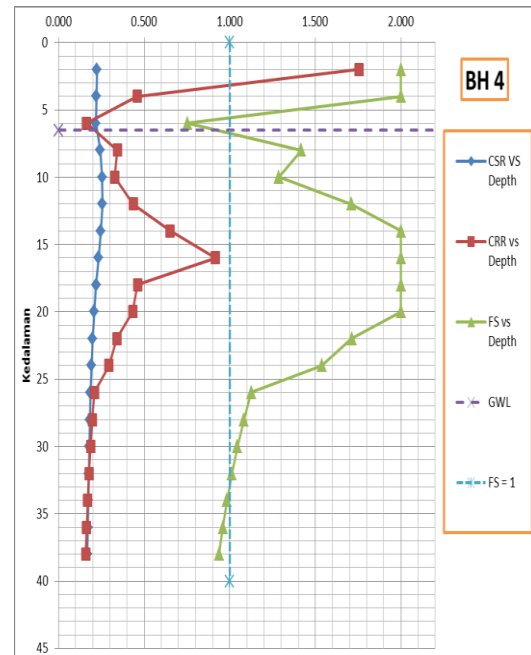
Perhitungan analisa potensi likuifaksi pada titik BH-04 dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini. Untuk mempermudah analisa penulis juga menyajikannya dalam bentuk grafik 2

Tabel 3 Rekapitulasi Perhitungan Titik BH04

Depth (m)	CRR	CSR	FS
2	1.757	0.224	2.00
4	0.459	0.221	2.00
6	0.163	0.217	0.75
8	0.344	0.243	1.42
10	0.328	0.255	1.29

12	0.437	0.255	1.71
14	0.652	0.247	2.00
16	0.917	0.233	2.00
18	0.462	0.220	2.00
20	0.433	0.208	2.00
22	0.340	0.198	1.71
24	0.295	0.192	1.54
26	0.210	0.186	1.13
28	0.197	0.182	1.08
30	0.187	0.179	1.05
32	0.178	0.176	1.01
34	0.170	0.173	0.98
36	0.164	0.171	0.96
38	0.158	0.169	0.94

(Sumber : Hasil Analisa Penulis, 2019)



Gambar 2 Grafik CSR, CRR, FS vs Depth BH04 (Sumber : Hasil Analisa Penulis, 2019)

Tabel dan Grafik CSR, CRR, FS vs Depth pada titik uji SPT lainnya terlampir pada lampiran 2 dalam penelitian ini. Hasil dari perhitungan analisa potensi likuifaksi dengan jumlah 10 titik yang tersebar secara acak di Cross Taxiway Timur Bandara Soekarno Hatta. Ditampilkan dalam bentuk resume pada tabel 4 dibawah ini :

Tabel 4 Resume Hasil Perhitungan dari Data SPT

No	Titik	Kedalaman (m)	fs terkecil	Keterangan
1	BH01	14-38	0.672	Likuifaksi
2	BH02	28-38	0.525	Likuifaksi
3	BH03	24-38	0.665	Likuifaksi
4	BH04	34-38	0.731	Likuifaksi
5	BH05	30-38	0.502	Likuifaksi
6	BH06	32-38	0.851	Likuifaksi
7	BH07	30-38	0.453	Likuifaksi
8	BH08	22-38	0.468	Likuifaksi

9	BH09	24-38	0.514	Likuifaksi
10	BH10	32-38	0.714	Likuifaksi

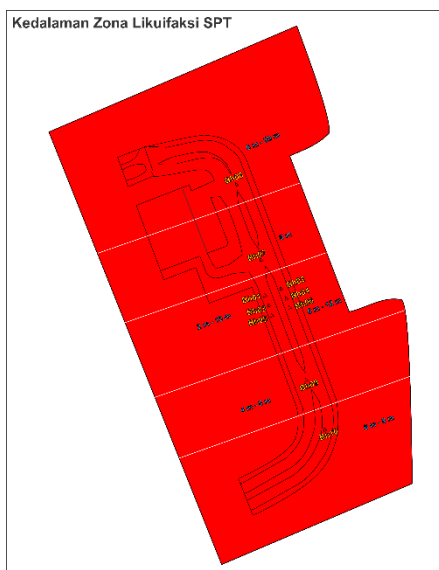
(Sumber : Hasil Analisa Penulis, 2019)

Hasil analisa potensi likuifaksi menggunakan data SPT pada Cross Taxiway Bandara Soekarno Hatta cenderung mengalami potensi likuifaksi. Hal ini diketahui setelah nilai Safety Factor yang didapat pada beberapa titik memiliki nilai kurang dari satu ($FS < 1$) pada rentang kedalaman rata-rata 6m-8m. Hanya pada titik BH04 yang tidak memiliki potensi likuifaksi. Berdasarkan hal tersebut diketahui likuifaksi cenderung terjadi pada tanah dengan jenis tanah berupa pasir lanau.

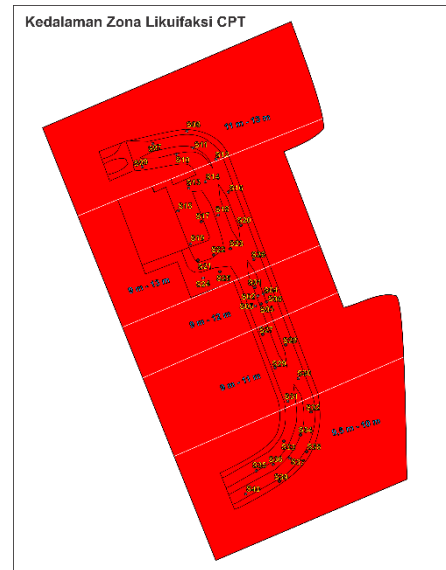
c. Peta Potensi Likuifaksi



Gambar 3 Area tinjauan berada pada area East Cross Taxiway
(Sumber : Hasil Analisa Penulis, 2019)



Gambar 4 Peta Likuifaksi Berdasarkan Data CPT
(Sumber : Hasil Analisa Penulis, 2019)



Gambar 5 Peta Likuifaksi Berdasarkan Data SPT
(Sumber : Hasil Analisa Penulis, 2019)

5. Kesimpulan Dan Saran

5.1. Kesimpulan

Tujuan utama dari tugas akhir ini ialah melihat sebuah potensi likuifaksi yang terjadi pada suatu wilayah proyek pembangunan Cross Taxiway Timur Bandar Udara Soekarno-Hatta. Dengan dua uji lapangan yang dilakukan yaitu sondir (CPT) sebanyak 40 titik dan bor dalam (SPT) sebanyak 10 titik, bisa didapatkan parameter-parameter yang dapat digunakan untuk menghitung potensi likuifaksi dari wilayah tersebut yang di analisis dari masing-masing titik uji. Dari titik yang ditinjau didapat kesimpulan sebagai berikut :

- Berdasarkan hasil analisa profil tanah pada lokasi penelitian, pada lapisan atas didominasi tanah lempung dengan nilai N-SPT cenderung kecil dan lapisan bawah dominan tanah pasir keras dan padat, hal tersebut dapat dibuktikan dengan nilai rata-rata nilai N-SPT yang cukup besar.
- Dari titik uji yang berdampingan, Hasil nilai CSR yang didapatkan relatif sama dari kedua metoda baik CPT maupun SPT, sedikit perbedaan diakibatkan interpretasi muka air tanah yang berbeda dari titik uji yang berdampingan tersebut.
- Hasil nilai CRR yang dihasilkan dari metoda CPT dan SPT memiliki perbedaan

yang dikarenakan CPT umumnya memiliki keterbatasan terhadap tanah berpasir. Sehingga dari hasil nilai CRR yang berbeda, secara langsung mempengaruhi nilai faktor keamanan yang berbeda pula untuk masing-masing data yaitu CPT dan SPT.

- d. Berdasarkan hasil perhitungan faktor keamanan (FS) pada data sondir (CPT) diketahui lokasi yang paling mungkin memiliki potensi likuifaksi terdapat pada titik S25 dengan nilai faktor keamanan 0,255 pada kedalaman 9,6m. sedangkan dari hasil perhitungan faktor keamanan (FS) pada data N-SPT diketahui lokasi yang paling mungkin memiliki potensi likuifaksi terdapat pada titik BH07 dengan nilai faktor keamanan 0,453 pada kedalaman 8 m. Dari nilai rata-rata faktor keamanan yang dihasilkan baik oleh data CPT dan NSPT diketahui kurang dari 1 ($FS < 1$) sehingga rata-rata tiap titik mengalami likuifaksi.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, disarankan beberapa hal berikut:

- a. Penentuan nilai CRR dan faktor keamanan dari kedua data yang berbeda dengan uji berbeda, perlu menjadi perhatian khusus ketika output yang dihasilkan memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Dengan perbandingan ini diharapkan didapatkan sebuah keputusan yang tepat dalam melakukan asumsi desain pada konstruksi yang akan dibangun di atasnya dengan mengambil nilai faktor keamanan (SF) yang paling kritis.
- b. Terjadinya likuifaksi tidak semata-mata dilihat dari nilai SPT atau nilai tahanan ujung (CPT), namun juga bergantung pada gradasi butiran pada tanah tersebut. Untuk itu perlu adanya pengujian lebih lanjut dengan uji gradasi butiran kemudian dikorelasikan dengan hasil perhitungan potensi likuifaksi di beberapa titik pengujian.
- c. Dari hasil yang didapatkan bahwa banyak titik yang memiliki potensi likuifaksi sehingga dibutuhkan sebuah usaha

perbaikan tanah yang dapat berupa pemadatan lahan, perbaikan tanah dengan menggunakan kolom-batu (*stone column*), *vibroflotation*, *deep dynamic compaction*, *compaction grouting*, *deep soil mixing* maupun *jet grouting* yang tentunya dipadukan dengan pembuatan saluran drainase yang efektif.

- d. Penelitian yang dilakukan oleh penulis hanya sebatas menggunakan pendekatan nilai bor dalam (SPT) dan sondir (CPT). Pada penelitian kedepannya perlu juga diperlukan juga analisa likuifaksi dengan pendekatan yang lain seperti dengan data BPT, data Vs dan lainnya sehingga dapat dibandingkan perhitungan yang lebih akurat diantara semua metode pendekatan analisa likuifaksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Kusuma, R. I., Mina, E., & Kurniawan, N. (2017). Analisa Potensi Likuifaksi Dari Data Cpt (Studi Kasus Sinter & Coke Plant Area Krakatau Posco). *JURNAL FONDASI*, 3(1).
- [2]. Mina, E., Kusuma, R. I., & Sudirman, S. (2018). ANALISA POTENSI LIKUIFAKSI BERDASARKAN DATA SPT (STUDI KASUS PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG BARU UNTIRTA SINDANG SARI). *Jurnal Fondasi*, 7(1).
- [3]. Siringoringo, A. L. (2014). ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI PADA SEKTOR RUNWAY DAN TAXIWAY BANDAR UDARA MEDAN BARU. *Jurnal Teknik Sipil USU*, 2(3).
- [4]. Seed, H. B., & Idriss, I. M. (1971). Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential. *Journal of Soil Mechanics & Foundations Div.*
- [5]. 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 environmental engineering*, 127(4), 297-313.

- [6]. Blake, T. F. (1997). Formula (4), summary report of proceedings of the nceer workshop on evaluation of liquefaction resistance of soils. *Technical report NCEER*, 97-0022.
- [7]. Das, Braja M. (1993). *Mekanika Tanah Jilid 1* (Noor Endah Mochtar & Indrasurya B. Mochtar, Penerjemah). Jakarta : Erlangga.