

## BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Analisis Potensi Likuifaksi

#### 5.1.1 Data Umum

Objek penelitian berada di Proyek Pembangunan *New Yogyakarta International Airport (NYIA)* yang berada di daerah Kulon Progo dapat dilihat pada Lampiran 7. Penelitian ini berfokus pada pembangunan landasan pacu bandara yang digunakan untuk pendaratan dan lepas landas pesawat dapat dilihat pada Lampiran 8. Pada bulan April sampai Juni 2017 telah dilakukan survei geoteknik. Adapun survei yang dilakukan meliputi:

1. Bor Dalam (bor mesin/*Deep Boring*) sebanyak 84 titik dengan interval SPT 2 meter. Pengeboran berhenti pada kedalaman 20 meter atau hingga didapat  $N-SPT > 50 \text{ blow}/30 \text{ cm}$  sebanyak 4 kali.
2. Sondir Manual atau CPT (*Cone Penetration Test*) sebanyak 95 titik, dengan kedalaman maksimum 20 meter atau hingga nilai  $q_c 150 \text{ kg}/\text{cm}^2$ .
3. *Test pit* sebanyak 5 titik dengan ukuran (1 m x 1 m x 1,5 m) untuk mengetahui keberadaan utilitas di daerah survei dan juga lapisan tanah.

Lokasi survei geoteknik dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Lampiran 3.

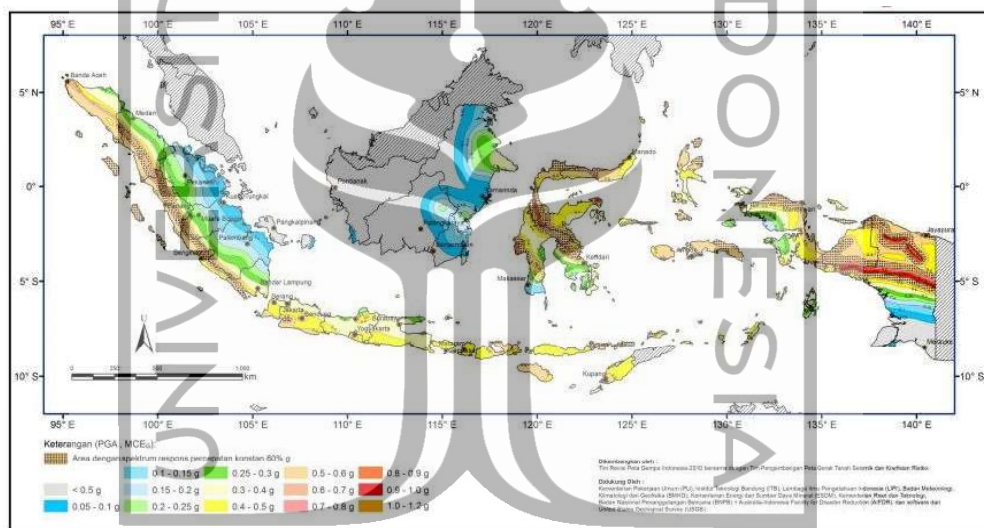


**Gambar 5.1 Lokasi Survei Geoteknik**  
(Sumber : PPBIY, 2017)

### 5.1.2 Peta Wilayah Gempa

Untuk mengetahui potensi likuifaksi adalah dengan cara mendapatkan nilai faktor keamanan dari hasil perbandingan nilai yang mencerminkan kekuatan anah terhadap beban siklis yang biasanya diakibatkan oleh beban gempa bumi dengan nilai tegangan yang disebabkan oleh gempa bumi.

Nilai CSR sesuai dengan seberapa besar kekuatan gempa bumi yang terjadi pada suatu zona tertentu yang pada penelitian ini bertepatan di daerah Kulon Progo. Berdasarkan Peta Wilayah Gempa Indonesia SNI 1726-2012 daerah Kulon Progo mempunyai nilai PGA sebesar 0,4 – 0,5 g dan diambil  $PGA = 0,4$  g. Detailnya dapat dilihat pada Gambar 5.2 di bawah ini.



Gambar 5.2 Peta Wilayah Gempa Indonesia Menurut SNI 1726-2012  
(Sumber: SNI 1726-2012)

### 5.1.3 Data Tanah

Titik *deep boring* pada landasan pacu terdapat 6 titik yaitu DB-01, DB-02, DB-03, DB-04, DB-05, DB-06. Detail lokasi setiap titik *deep bore* pada landasan pacu dapat dilihat pada Lampiran 9 dan data tanah pada setiap titik *deep bore* dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut ini.

**Tabel 5.1 Data SPT**

No.	Bore Hole	Koordinat		Kedalaman (m)	MAT (m)
		X	Y		
1	DB-01	397818	9125420	14	3,2
2	DB-02	397540	9125519	12	2,7
3	DB-03	937246	9125626	14	3,77
4	DB-04	396961	9125732	14	2,7
5	DB-05	396695	9125825	12	2,2
6	DB-06	396334	9125937	12	2,4

(Sumber : PPBIY, 2017)

Sampel titik sondir diambil sebanyak 6 titik yaitu CPT-01, CPT-02, CPT-03, CPT-07, CPT-09, CPT-11. Letak lokasi setiap sampel titik sondir dapat dilihat pada Lampiran 10 dan data tanah pada setiap titik dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini.

**Tabel 5.2 Data CPT**

No.	Bore Hole	Kedalaman (m)	MAT (m)
2	CPT-02	5,6	5,8
3	CPT-03	4,2	4,4
4	CPT-07	5	4,4
5	CPT-09	4,8	5,2
6	CPT-10	5	5,2

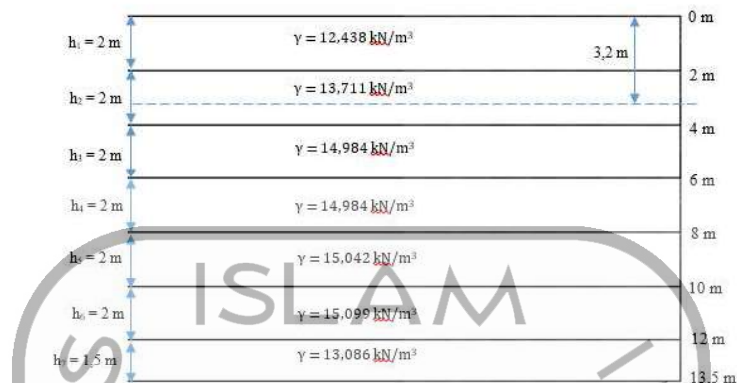
(Sumber : PPBIY)

#### 5.1.4 Analisis Data SPT

Dengan menggunakan program *Microsoft Excel* untuk memudahkan dalam analisis potensi likuifaksi dan ditunjukkan dalam bentuk grafik.

Contoh perhitungan *Bore Hole* DB-01.

Data DB-01 dapat dilihat pada Lampiran 1 dan Data tanah uji laboratorium dapat dilihat pada Lampiran 4.



**Gambar 5.3 Lapisan Tanah DB-01**

Data Umum :

- Kedalaman lapisan (z) : 14 meter  
 Muka air tanah : 3,2 meter  
 $a_{max}$  : 0,4 g  
 Percepatan gravitasi (g) :  $9,81 \text{ m/s}^2$   
 Berat volume air ( $\gamma_w$ ) :  $9,81 \text{ kN/m}^3$

1. Perhitungan tegangan efektif ( $\sigma_1$ )

a. Lapisan 1

$$\begin{aligned} \text{Tegangan total } (\sigma_1) &= h \times \gamma \\ &= 2 \times 12,438 \\ &= 24,876 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Tekanan angka pori } (u) &= 0 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Tegangan efektif } (\sigma_1') &= \sigma - u \\ &= 24,876 - 0 \\ &= 24,876 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

b. Lapisan 2

$$\begin{aligned} \text{Tegangan total } (\sigma_2) &= \sigma_1 + (h \times \gamma) \\ &= 24,876 + (2 \times 13,711) \\ &= 52,298 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Tekanan angka pori } (u) = hw \times \gamma_w$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,8 \times 9,81 \\
 &= 7,848 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{Tegangan efektif } (\sigma_2') &= \sigma - u \\
 &= 52,298 - 7,848 \\
 &= 44,45 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

c. Lapisan 3

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan total } (\sigma_3) &= \sigma_2 + (h \times \gamma) \\
 &= 52,298 + (2 \times 14,984) \\
 &= 82,266 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{Tekanan angka pori } (u) &= hw \times \gamma_w \\
 &= 2,8 \times 9,81 \\
 &= 27,468 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{Tegangan efektif } (\sigma_3') &= \sigma - u \\
 &= 82,266 - 27,468 \\
 &= 54,798 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

d. Lapisan 4

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan total } (\sigma_4) &= \sigma_3 + (h \times \gamma) \\
 &= 82,266 + (2 \times 14,984) \\
 &= 112,234 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{Tekanan angka pori } (u) &= hw \times \gamma_w \\
 &= 4,8 \times 9,81
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 47,088 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{Tegangan efektif } (\sigma_4') &= \sigma - u \\
 &= 112,234 - 47,088 \\
 &= 65,146 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

e. Lapisan 5

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan total } (\sigma_5) &= \sigma_4 + (h \times \gamma) \\
 &= 82,266 + (2 \times 15,042) \\
 &= 142,318 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{Tekanan angka pori } (u) &= hw \times \gamma_w \\
 &= 6,8 \times 9,81
 \end{aligned}$$

$$= 66,708 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan efektif } (\sigma_5') &= \sigma - u \\ &= 142,318 - 66,708 \\ &= 75,61 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

f. Lapisan 6

$$\begin{aligned} \text{Tegangan total } (\sigma_6) &= \sigma_5 + (h \times \gamma) \\ &= 142,318 + (2 \times 15,099) \\ &= 172,516 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan angka pori } (u) &= hw \times \gamma_w \\ &= 8,8 \times 9,81 \\ &= 86,328 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan efektif } (\sigma_6') &= \sigma - u \\ &= 172,516 - 86,328 \\ &= 86,188 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

g. Lapisan 7

$$\begin{aligned} \text{Tegangan total } (\sigma_7) &= \sigma_6 + (h \times \gamma) \\ &= 172,516 + (2 \times 13,086) \\ &= 192,145 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan angka pori } (u) &= hw \times \gamma_w \\ &= 10,8 \times 9,81 \\ &= 101,043 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan efektif } (\sigma_7') &= \sigma - u \\ &= 192,145 - 101,043 \\ &= 91,102 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

2. Perhitungan nilai reduksi tegangan ( $r_d$ )

Koefisien reduksi tegangan menunjukkan fleksibilitas profil tanah. Untuk menghitung harga rerata dari  $r_d$  (Whitmann, 1986)

Syarat :

$$r_d = 1,0 - 0,00765z \quad (\text{untuk } z \leq 9,15 \text{ m})$$

$$r_d = 1,174 - 0,0267z \quad (\text{untuk } 9,15 < z \leq 23 \text{ m})$$

a. Lapisan 1

$$\begin{aligned}rd &= 1,0 - 0,00765 \times z \\ &= 1,0 - 0,00765 \times 2 \\ &= 0,9847\end{aligned}$$

b. Lapisan 2

$$\begin{aligned}rd &= 1,0 - 0,00765 \times z \\ &= 1,0 - 0,00765 \times 4 \\ &= 0,9694\end{aligned}$$

c. Lapisan 3

$$\begin{aligned}rd &= 1,0 - 0,00765 \times z \\ &= 1,0 - 0,00765 \times 6 \\ &= 0,9541\end{aligned}$$

d. Lapisan 4

$$\begin{aligned}rd &= 1,0 - 0,00765 \times z \\ &= 1,0 - 0,00765 \times 8 \\ &= 0,939\end{aligned}$$

e. Lapisan 5

$$\begin{aligned}rd &= 1,0 - 0,00765 \times z \\ &= 1,0 - 0,00765 \times 8 \\ &= 0,907\end{aligned}$$

f. Lapisan 6

$$\begin{aligned}rd &= 1,174 - 0,0267 \times z \\ &= 1,174 - 0,0267 \times 10 \\ &= 0,8536\end{aligned}$$

g. Lapisan 7

$$\begin{aligned}rd &= 1,174 - 0,0267 \times z \\ &= 1,174 - 0,0267 \times 12 \\ &= 0,8135\end{aligned}$$

3. Perhitungan nilai *Cyclic Stress Ratio* (CSR)

Seed dan Idriss (1971) merumuskan suatu persamaan sebagai berikut :

$$CSR = \left( \frac{\tau_{av}}{\sigma_{vo}} \right) = 0,65 \left( \frac{amax}{g} \right) \left( \frac{\sigma_{vo}}{\sigma_{vo'}} \right) rd$$

keterangan:

$a_{max}$  : percepatan gempa arah horizontal

$g$  : percepatan gravitasi

$\sigma_v$  : tegangan total dan tegangan efektif

$rd$  : koefisien reduksi tegangan

a. Lapisan 1

$$\begin{aligned} CSR &= 0,65 \left( \frac{amax}{g} \right) \left( \frac{\sigma_{v1}}{\sigma_{v1'}} \right) rd \\ &= 0,65 \times (0,4) \left( \frac{24,876}{24,876} \right) \times 0,9847 \\ &= 0,256 \end{aligned}$$

b. Lapisan 2

$$\begin{aligned} CSR &= 0,65 \left( \frac{amax}{g} \right) \left( \frac{\sigma_{v2}}{\sigma_{v2'}} \right) rd \\ &= 0,65 \times (0,4) \times \left( \frac{52,298}{44,45} \right) \times 0,9694 \\ &= 0,2965 \end{aligned}$$

c. Lapisan 3

$$\begin{aligned} CSR &= 0,65 \left( \frac{amax}{g} \right) \left( \frac{\sigma_{v3}}{\sigma_{v3'}} \right) rd \\ &= 0,65 \times (0,4) \times \left( \frac{82,266}{54,798} \right) \times 0,9541 \\ &= 0,3724 \end{aligned}$$

d. Lapisan 4

$$\begin{aligned} CSR &= 0,65 \left( \frac{amax}{g} \right) \left( \frac{\sigma_{v4}}{\sigma_{v4'}} \right) rd \\ &= 0,65 \times (0,4) \times \left( \frac{112,234}{65,146} \right) \times 0,939 \\ &= 0,4205 \end{aligned}$$

e. Lapisan 5

$$CSR = 0,65 \left( \frac{amax}{g} \right) \left( \frac{\sigma_{v5}}{\sigma_{v5'}} \right) rd$$



$$= 0,65 \times (0,4) \times \left(\frac{66,708}{75,61}\right) \times 0,907$$

$$= 0,4439$$

f. Lapisan 6

$$CSR = 0,65 \left(\frac{amax}{g}\right) \left(\frac{\sigma v5}{\sigma v5'}\right) rd$$

$$= 0,65 \times (0,4) \times \left(\frac{172,516}{86,188}\right) \times 0,8536$$

$$= 0,4442$$

g. Lapisan 7

$$CSR = 0,65 \left(\frac{amax}{g}\right) \left(\frac{\sigma v6}{\sigma v6'}\right) rd$$

$$= 0,65 \times (0,4) \times \left(\frac{192,145}{91,102}\right) \times 0,8135$$

$$= 0,4461$$

4. Perhitungan nilai *Cyclic Resistance Ratio* (CRR)

Nilai CRR dapat dihitung dengan persamaan berikut:

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

keterangan:

$(N_1)_{60}$  : nilai N SPT yang dikoreksi terhadap prosedur pengujian lapangan

Persamaan tersebut valid untuk  $(N_1)_{60} < 30$ . Untuk  $(N_1)_{60} \geq 30$ , tanah halus terlalu padat untuk terjadi likuifaksi dan diklasifikasikan sebagai tanah yang tidak dapat terlikuifaksi. Sebelum memasuki rumus utama dari CRR terlebih dahulu harus menghitung nilai  $(N_1)_{60}$  menggunakan faktor-faktor koreksi yang terdapat di Tabel 5.3 serta persamaan berikut ini:

**Tabel 5.3 Koreksi Terhadap Nilai SPT**

Faktor	Variabel Alat	Simbol	Koreksi
Tegangan Total	-----	$C_N$	$\left(\frac{Pa}{\sigma v\sigma'}\right)^{0,5}$
	-----	$C_N$	$C_n$
Rasio Energi	Hammer Donat	$C_E$	0,5 - 1,0

Lanjutan Tabel 5.3 Koreksi Terhadap Nilai SPT

Faktor	Variabel Alat	Simbol	Koreksi
Rasio Energi	Safety Hammer	$C_E$	0,7 - 1,2
	Automatic Hammer	$C_E$	0,8 - 1,3
Diameter Lubang	65 - 115 mm	$C_B$	1
	150 mm	$C_B$	1,05
	200 mm	$C_B$	1,15
Panjang Rod	< 3 m	$C_R$	0,75
	3 - 4 m	$C_R$	0,8
	4 - 6 m	$C_R$	0,85
	6 - 10 m	$C_R$	0,95
	10 - 30 m	$C_R$	1
Metode Sampling	Sampler Standard	$C_S$	1
	Sampler Standard	$C_S$	1,1 - 1,3

(Sumber : Youd dan Idriss, 1997)

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

keterangan:

 $N_m$  : faktor nilai SPT terukur $C_N$  : faktor untuk menormalisasi  $N_m$  $C_E$  : faktor koreksi energi hammer (ER) $C_B$  : faktor koreksi lubang bor $C_R$  : faktor koreksi panjang batang $C_S$  : faktor koreksi sampler

Diketahui:

Faktor rasio energi ( $C_E$ ) : 1,2 (*Automatic Hammer*)Faktor diameter lubang ( $C_B$ ) : 1Faktor panjang rod ( $C_R$ ) : 0,85Faktor metode sampling ( $C_S$ ) : 1

a. Lapisan 1

$$\begin{aligned}
 (N_1)_{60} &= N_m \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\
 &= (N \times C_N) \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\
 &= \left\{ N \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{\sigma'_{v0}}{PA}} \right) \right\} \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S
 \end{aligned}$$

$$= \left\{ 18 x \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{24,876}{101,325}} \right) \right\} x 1,2 x 1 x 0,85 x 1$$

$$= 27,9431$$

$$\text{CRR} = \frac{1}{34 - (N1)60} + \frac{(N1)60}{135} + \frac{50}{(10 x (N1)60 + )^2} - \frac{1}{200}$$

$$= \frac{1}{34 - 2,9431} + \frac{27,9431}{135} + \frac{50}{(10 x 27,9431 + )^2} - \frac{1}{200}$$

$$= 0,3676$$

b. Lapisan 2

$$(N1)_{60} = N_M x C_E x C_B x C_R x C_S$$

$$= (N x C_N) x C_E x C_B x C_R x C_S$$

$$= \left\{ N x \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{\sigma/v_0}{PA}} \right) \right\} x C_E x C_B x C_R x C_S$$

$$= \left\{ 12 x \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{44,45}{101,325}} \right) \right\} x 1,2 x 1 x 0,85 x 1$$

$$= 16,4327$$

$$\text{CRR} = \frac{1}{34 - (N1)60} + \frac{(N1)60}{135} + \frac{50}{(10 x (N1)60 + 45)^2} - \frac{1}{200}$$

$$= \frac{1}{34 - 16,4327} + \frac{16,4327}{135} + \frac{50}{(10 x 16,4327 + 45)^2} - \frac{1}{200}$$

$$= 0,1748$$

c. Lapisan 3

$$(N1)_{60} = N_M x C_E x C_B x C_R x C_S$$

$$= (N x C_N) x C_E x C_B x C_R x C_S$$

$$= \left\{ N x \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{\sigma/v_0}{PA}} \right) \right\} x C_E x C_B x C_R x C_S$$

$$= \left\{ 19 x \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{54,798}{101,325}} \right) \right\} x 1,2 x 1 x 0,85 x 1$$

$$= 24,4920$$

$$\text{CRR} = \frac{1}{34 - (N1)60} + \frac{(N1)60}{135} + \frac{50}{(10 x (N1)60 + 45)^2} - \frac{1}{200}$$

$$= \frac{1}{34 - 2,4920} + \frac{24,4920}{135} + \frac{50}{(10 x 24,4920 + )^2} - \frac{1}{200}$$

$$= 0,2822$$

## d. Lapisan 4

$$\begin{aligned}
 (N1)_{60} &= N_M \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\
 &= (N \times C_N) \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\
 &= \left\{ N \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{\sigma_{Iv0}}{PA}} \right) \right\} \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\
 &= \left\{ 85 \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{65,146}{101,325}} \right) \right\} \times 1,2 \times 1 \times 0,85 \times 1 \\
 &= 103,4976 \\
 CRR &= \frac{1}{34 - (N1)_{60}} + \frac{(N1)_{60}}{135} + \frac{50}{(10 \times (N1)_{60} + 45)^2} - \frac{1}{200} \\
 &= \frac{1}{34 - 103,4976} + \frac{103,4976}{135} + \frac{50}{(10 \times 103,4976 + 45)^2} - \frac{1}{200} \\
 &= 0,7473
 \end{aligned}$$

## e. Lapisan 5

$$\begin{aligned}
 (N1)_{60} &= N_M \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\
 &= (N \times C_N) \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\
 &= \left\{ N \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{\sigma_{Iv0}}{PA}} \right) \right\} \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\
 &= \left\{ 50 \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{75,61}{101,325}} \right) \right\} \times 1,2 \times 1 \times 0,85 \times 1 \\
 &= 57,6504 \\
 CRR &= \frac{1}{34 - (N1)_{60}} + \frac{(N1)_{60}}{135} + \frac{50}{(10 \times (N1)_{60} + 4)^2} - \frac{1}{200} \\
 &= \frac{1}{34 - 57,6504} + \frac{57,6504}{135} + \frac{50}{(10 \times 57,6504 + 4)^2} - \frac{1}{200} \\
 &= 0,3799
 \end{aligned}$$

## f. Lapisan 6

$$\begin{aligned}
 (N1)_{60} &= N_M \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\
 &= (N \times C_N) \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\
 &= \left\{ N \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{\sigma_{Iv0}}{PA}} \right) \right\} \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\
 &= \left\{ 50 \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{86,188}{101,325}} \right) \right\} \times 1,2 \times 1 \times 0,85 \times 1 \\
 &= 54,7154
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CRR &= \frac{1}{34-(N1)60} + \frac{(N1)60}{135} + \frac{50}{(10 \times (N1)60+4)^2} - \frac{1}{200} \\
 &= \frac{1}{34-5,7154} + \frac{54,7154}{135} + \frac{50}{(10 \times 54,7154+45)^2} - \frac{1}{200} \\
 &= 0,3522
 \end{aligned}$$

g. Lapisan 7

$$\begin{aligned}
 (N1)_{60} &= N_M \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\
 &= (N \times C_N) \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\
 &= \left\{ N \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{\sigma_{ivo}}{PA}} \right) \right\} \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\
 &= \left\{ 50 \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{91,102}{101,325}} \right) \right\} \times 1,2 \times 1 \times 0,85 \times 1 \\
 &= 53,4513 \\
 CRR &= \frac{1}{34-(N1)60} + \frac{(N1)60}{135} + \frac{50}{(10 \times (N1)60+45)^2} - \frac{1}{200} \\
 &= \frac{1}{34-53,4513} + \frac{53,4513}{135} + \frac{50}{(10 \times 53,4513+45)^2} - \frac{1}{200} \\
 &= 0,3397
 \end{aligned}$$

5. Perhitungan nilai FS

FS adalah nilai yang menunjukkan potensi likuifaksi pada umumnya dituliskan dengan  $FS = \frac{CRR}{CSR}$ , dimana:

Jika  $FS = \frac{CRR}{CSR} < 1$  berarti terjadi likuifaksi

Jika  $FS = \frac{CRR}{CSR} > 1$  berarti kondisi kritis

Jika  $FS = \frac{CRR}{CSR} > 1$  berarti tidak terjadi likuifaksi

a. Lapisan 1

$$\begin{aligned}
 FS &= \frac{CRR}{CSR} \\
 &= \frac{0,3676}{0,2560} \\
 &= 1,4357 \text{ (tidak terjadi likuifaksi)}
 \end{aligned}$$

b. Lapisan 2

$$FS = \frac{CRR}{CSR}$$

$$= \frac{0,1748}{0,2965}$$

$$= 0,5894 \text{ (terjadi likuifaksi)}$$

c. Lapisan 3

$$FS = \frac{CRR}{CSR}$$

$$= \frac{0,2822}{0,3724}$$

$$= 0,7577 \text{ (terjadi likuifaksi)}$$

d. Lapisan 4

$$FS = \frac{CRR}{CSR}$$

$$= \frac{0,7473}{0,4205}$$

$$= 1,7771 \text{ (tidak terjadi likuifaksi)}$$

e. Lapisan 5

$$FS = \frac{CRR}{CSR}$$

$$= \frac{0,3799}{0,4439}$$

$$= 0,8558 \text{ (tidak terjadi likuifaksi)}$$

f. Lapisan 6

$$FS = \frac{CRR}{CSR}$$

$$= \frac{0,3522}{0,4442}$$

$$= 0,7928 \text{ (tidak terjadi likuifaksi)}$$

g. Lapisan 7

$$FS = \frac{CRR}{CSR}$$

$$= \frac{0,3397}{0,4461}$$

$$= 0,7614 \text{ (tidak terjadi likuifaksi)}$$

Berikut hasil dari pengolahan data SPT yang berisikan perhitungan potensi likuifaksi dengan menggunakan program *Microsoft Excel* dalam bentuk tabel dan grafik. Hasil dalam bentuk grafik berisikan sumbu x yang terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji *bore hole* pada SPT.

a. *Bore Hole* DB-01

Perhitungan potensi likuifaksi pada titik *Bore Hole* DB-01 dapat dilihat pada Tabel 5.4, Tabel 5.5, Tabel 5.6 dan Gambar 5.4 berikut ini.

**Tabel 5.4 Perhitungan CSR DB-01**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi	Jenis Tanah	(amax/g)	rd	$\gamma_d$	Tegangan Total ( $\sigma$ )	Angka Pori (u)	Tegangan efektif ( $\sigma'$ )	( $\sigma/\sigma'$ )	CSR
1	2	2	coarse SAND	0,4	0,9847	12,438	24,876	0	24,876	1	0,2560
2	4	2	fine SAND	0,4	0,9694	13,711	52,298	7,848	44,45	1,176558	0,2965
3	6	2	coarse SAND	0,4	0,9541	14,984	82,266	27,468	54,798	1,501259	0,3724
4	8	2	coarse SAND	0,4	0,939	14,984	112,234	47,088	54,798	2,04814	0,4205
5	10	2	fine GRAVEL	0,4	0,907	15,042	142,318	66,708	75,61	1,882264	0,4439
6	12	2	coarse SAND	0,4	0,8536	15,099	172,516	86,328	86,188	2,001624	0,4442
7	14	1,5	coarse SAND	0,4	0,8135	13,086	192,145	101,043	91,102	2,109119	0,4461

**Tabel 5.5 Perhitungan CRR DB-01**

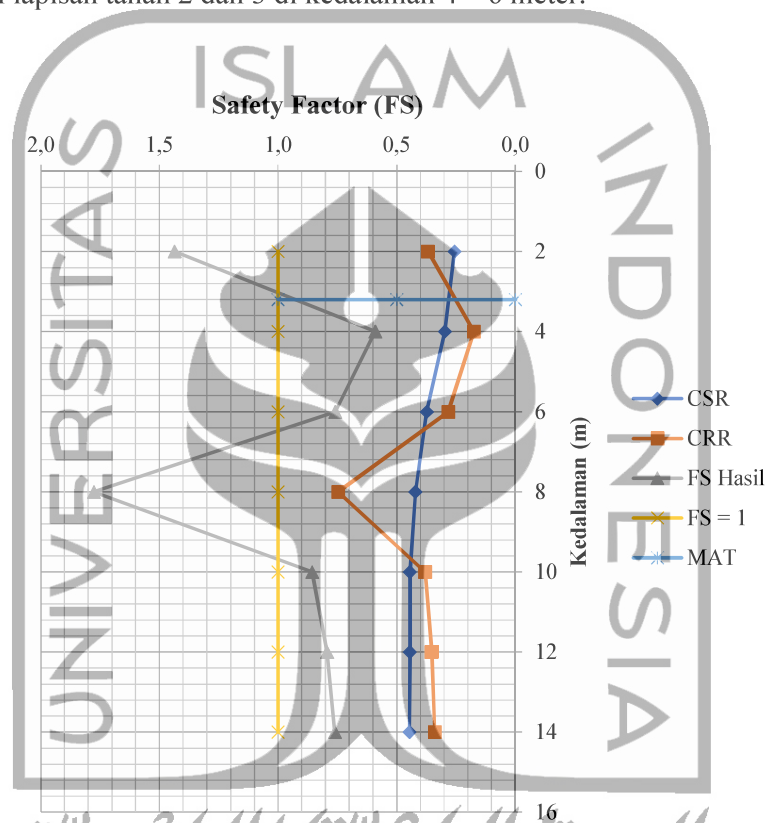
Lapisan	Kedalaman (m)	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah	N-SPT		Faktor koreksi (N1)60					(N1)60	CRR
						Cn	Ce	Cb	Cr	Cs		
1	2	2	coarse SAND	18	30	1,513417	1,2	1	0,85	1	27,94314	0,3676
2	4	2	fine SAND	12	30	1,330701	1,2	1	0,85	1	16,43266	0,1748
3	6	2	coarse SAND	19	30	1,250864	1,2	1	0,85	1	24,49199	0,2822
4	8	2	coarse SAND	85	23	1,180065	1,2	1	0,85	1	103,4976	0,7473
5	10	2	fine GRAVEL	50	3	1,11618	1,2	1	0,85	1	57,65043	0,3799
6	12	2	coarse SAND	50	8	1,058266	1,2	1	0,85	1	54,71544	0,3522
7	14	1,5	coarse SAND	50	17	1,033358	1,2	1	0,85	1	53,45131	0,3397

**Tabel 5.6 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-01**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah (m)	CSR	CRR	FS	FS = 1	STATUS
1	2	2	coarse SAND	0,2560	0,3676	1,4357	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
2	4	2	fine SAND	0,2965	0,1748	0,5894	1,0000	Terjadi Likuifaksi
3	6	2	coarse SAND	0,3724	0,2822	0,7577	1,0000	Terjadi Likuifaksi
4	8	2	coarse SAND	0,4205	0,7473	1,7771	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
5	10	2	fine GRAVEL	0,4439	0,3799	0,8558	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
6	12	2	coarse SAND	0,4442	0,3522	0,7928	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
7	14	1,5	coarse SAND	0,4461	0,3397	0,7614	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi



Berdasarkan pada hasil perhitungan SPT di titik DB-01 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.4 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji *bore hole* pada SPT. Dimana apabila nilai FS kurang dari 1 menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut mengalami potensi likuifaksi. Pada titik ini potensi likuifaksi terjadi di lapisan tanah 2 dan 3 di kedalaman 4 – 6 meter.



Gambar 5.4 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-01)

b. *Bore Hole* DB-02

Perhitungan potensi likuifaksi pada titik *Bore Hole* DB-02 dapat dilihat pada Tabel 5.7, Tabel 5.8, Tabel 5.9 dan Gambar 5.5 berikut ini.

**Tabel 5.7 Perhitungan CSR DB-02**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi	Jenis Tanah	(amax/g)	rd	$\gamma_d$	Tegangan Total ( $\sigma$ )	Angka Pori (u)	Tegangan efektif ( $\sigma'$ )	( $\sigma/\sigma'$ )	CSR
1	2	2	fine SAND	0,4	0,9847	11,494	22,988	0	22,988	1	0,2560
2	4	2	fine SAND	0,4	0,9694	11,494	45,976	12,753	33,223	1,3839	0,3488
3	6	2	fine SAND	0,4	0,9541	13,348	72,672	32,373	40,299	1,8033	0,4473
4	8	2	fine SAND	0,4	0,9388	13,348	99,368	51,993	40,299	2,4658	0,5120
5	10	2	fine SAND	0,4	0,907	13,406	126,18	71,613	54,567	2,3124	0,5453
6	12	2	fine SAND with fine gravel	0,4	0,8536	14,661	155,502	91,233	64,269	2,4195	0,5370



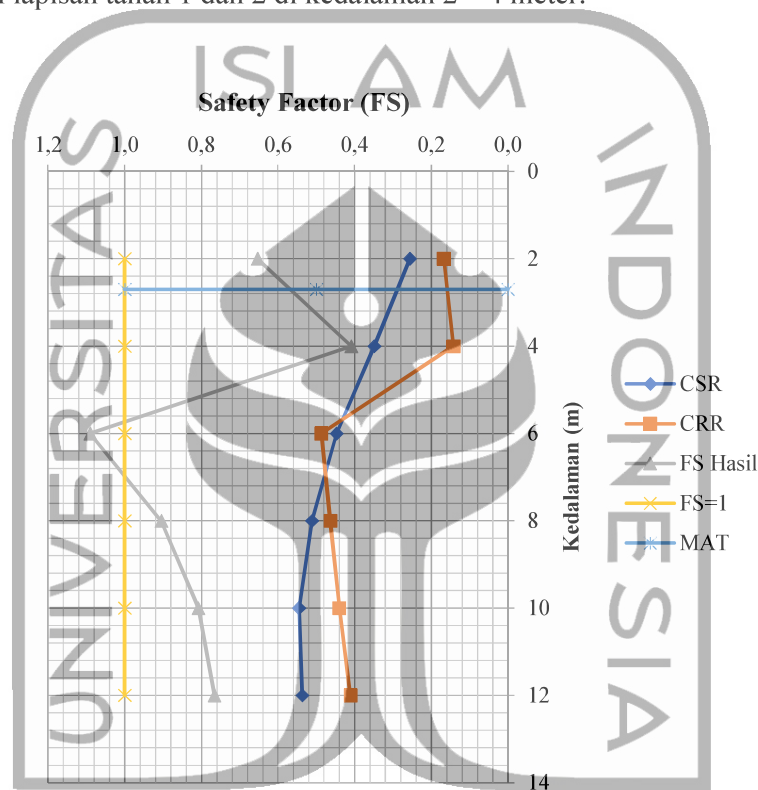
**Tabel 5.8 Perhitungan CRR DB-02**

Lapisan	Kedalaman (m)	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah	N-SPT		Faktor koreksi (N1)60					(N1)60	CRR
						Cn	Ce	Cb	Cr	Cs		
1	2	2	coarse SAND	18	30	1,533729	1,2	1	0,85	1	15,72669	0,1674
2	4	2	fine SAND	12	30	1,429704	1,2	1	0,85	1	13,21827	0,1426
3	6	2	coarse SAND	19	30	1,365666	1,2	1	0,85	1	70,22506	0,4877
4	8	2	coarse SAND	85	23	1,307119	1,2	1	0,85	1	67,28414	0,4635
5	10	2	fine GRAVEL	50	3	1,252542	1,2	1	0,85	1	64,53712	0,4404
6	12	2	coarse SAND	50	8	1,185753	1,2	1	0,85	1	61,16822	0,4114

**Tabel 5.9 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-02**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah (m)	CSR	CRR	FS	FS=1	STATUS
1	2	2	coarse SAND	0,2560	0,1674	0,6540	1,0000	Terjadi Likuifaksi
2	4	2	fine SAND	0,3488	0,1426	0,4089	1,0000	Terjadi Likuifaksi
3	6	2	coarse SAND	0,4473	0,4877	1,0901	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
4	8	2	coarse SAND	0,5120	0,4635	0,9052	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
5	10	2	fine GRAVEL	0,5453	0,4404	0,8076	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
6	12	2	coarse SAND	0,5370	0,4114	0,7661	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi

Berdasarkan pada hasil perhitungan SPT di titik DB-02 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.5 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji *bore hole* pada SPT. Dimana apabila nilai FS kurang dari 1 menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut mengalami potensi likuifaksi. Pada titik ini potensi likuifaksi terjadi di lapisan tanah 1 dan 2 di kedalaman 2 – 4 meter.



Gambar 5.5 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-02)

c. *Bore Hole* DB-03

Perhitungan potensi likuifaksi pada titik *Bore Hole* DB-03 dapat dilihat pada Tabel 5.10, Tabel 5.11, Tabel 5.12 dan Gambar 5.6 berikut ini.

**Tabel 5.10 Perhitungan CSR DB-03**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi	Jenis Tanah	(amax/g)	rd	$\gamma_d$	Tegangan Total ( $\sigma$ )	Angka Pori (u)	Tegangan efektif ( $\sigma'$ )	( $\sigma/\sigma'$ )	CSR
1	2	2	coarse SAND	0,4	0,9847	12,648	25,296	0	25,296	1	0,2560
2	4	2	fine SAND	0,4	0,9694	12,648	50,592	2,2563	48,3357	1,04668	0,2638
3	6	2	coarse SAND	0,4	0,9541	13,194	76,98	21,8763	55,1037	1,397002	0,3465
4	8	2	coarse SAND	0,4	0,939	13,194	103,368	41,4963	55,1037	1,875881	0,4078
5	10	2	fine GRAVEL	0,4	0,907	14,052	131,472	61,1163	70,3557	1,868676	0,4407
6	12	2	coarse SAND	0,4	0,8536	16,34	164,152	80,7363	83,4157	1,967879	0,4367
7	14	1,5	coarse SAND	0,4	0,8002	16,34	196,832	100,3563	96,4757	2,040224	0,4245

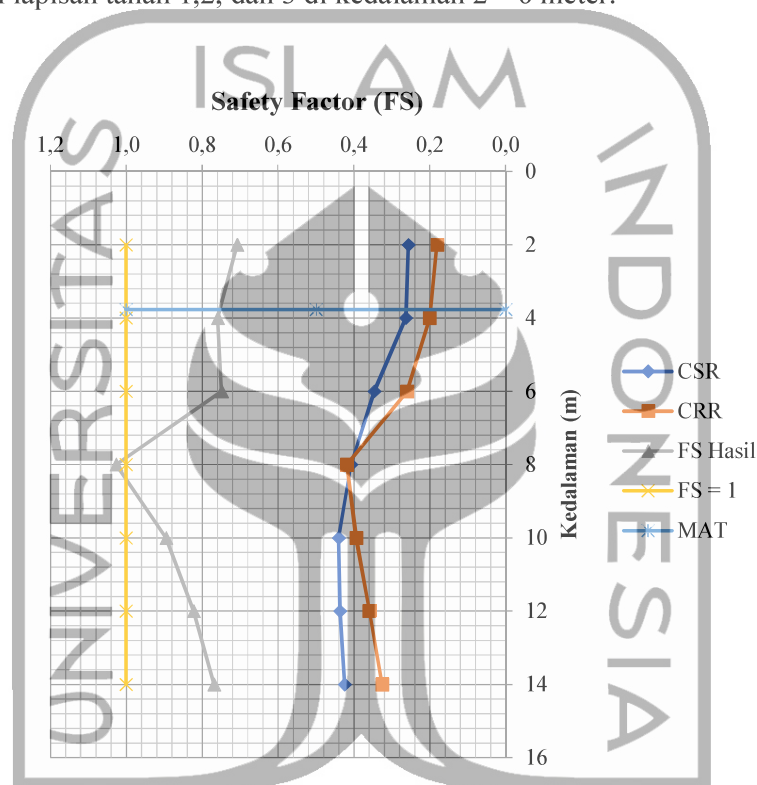
**Tabel 5.11 Perhitungan CRR DB-03**

Lapisan	Kedalaman (m)	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah	N-SPT		Faktor koreksi (N1)60					(N1)60	CRR
						Cn	Ce	Cb	Cr	Cs		
1	2	2	fine SAND	18	30	1,508971	1,2	1	0,85	1	17,02753	0,1811
2	4	2	fine SAND	12	30	1,299555	1,2	1	0,85	1	18,73305	0,2002
3	6	2	fine SAND	19	30	1,248651	1,2	1	0,85	1	23,16279	0,2595
4	8	2	fine SAND	85	23	1,201585	1,2	1	0,85	1	61,96751	0,4184
5	10	2	fine SAND with some gravel	50	3	1,14737	1,2	1	0,85	1	59,22855	0,3942
6	12	2	medium GRAVEL	50	8	1,072855	1,2	1	0,85	1	55,45536	0,3593
7	14	1,5	medium GRAVEL	50	17	1,007428	1,2	1	0,85	1	52,13413	0,3262

**Tabel 5.12 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-03**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah (m)	CSR	CRR	FS	FS=1	STATUS
1	2	2	coarse SAND	0,2560	0,1811	0,7075	1,0000	Terjadi Likuifaksi
2	4	2	fine SAND	0,2638	0,2002	0,7588	1,0000	Terjadi Likuifaksi
3	6	2	coarse SAND	0,3465	0,2595	0,7488	1,0000	Terjadi Likuifaksi
4	8	2	coarse SAND	0,4078	0,4184	1,0260	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
5	10	2	fine GRAVEL	0,4407	0,3942	0,8946	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
6	12	2	coarse SAND	0,4367	0,3593	0,8227	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
7	14	1,5	coarse SAND	0,4245	0,3262	0,7685	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi

Berdasarkan pada hasil perhitungan SPT di titik DB-03 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.6 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji *bore hole* pada SPT. Dimana apabila nilai FS kurang dari 1 menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut mengalami potensi likuifaksi. Pada titik ini potensi likuifaksi terjadi di lapisan tanah 1,2, dan 3 di kedalaman 2 – 6 meter.



Gambar 5.6 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-03)

d. *Bore Hole* DB-04

Perhitungan potensi likuifaksi pada titik *Bore Hole* DB-04 dapat dilihat pada Tabel 5.13, Tabel 5.14, Tabel 5.15 dan Gambar 5.7 berikut ini.

**Tabel 5.13 Perhitungan CSR DB-04**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi	Jenis Tanah	(amax/g)	rd	$\gamma_d$	Tegangan Total ( $\sigma$ )	Angka Pori (u)	Tegangan efektif ( $\sigma'$ )	( $\sigma/\sigma'$ )	CSR
1	2	2	fine SAND	0,4	0,9847	12,648	25,296	0	25,296	1	0,2560
2	4	2	fine SAND	0,4	0,9694	12,648	50,592	12,753	37,839	1,3370	0,3370
3	6	2	fine SAND	0,4	0,9541	13,194	76,98	32,373	44,607	1,7257	0,4281
4	8	2	fine SAND	0,4	0,939	12,117	101,214	51,993	44,607	2,2690	0,5019
5	10	2	medium SAND with some medium gravel	0,4	0,907	12,117	125,448	71,613	53,835	2,3302	0,5495
6	12	2	medium SAND with little gravel	0,4	0,8536	17,427	160,302	91,233	69,069	2,3208	0,5151
7	14	1,5	medium SAND with medium gravel	0,4	0,8002	18,43	197,162	110,853	86,309	2,2843	0,4753



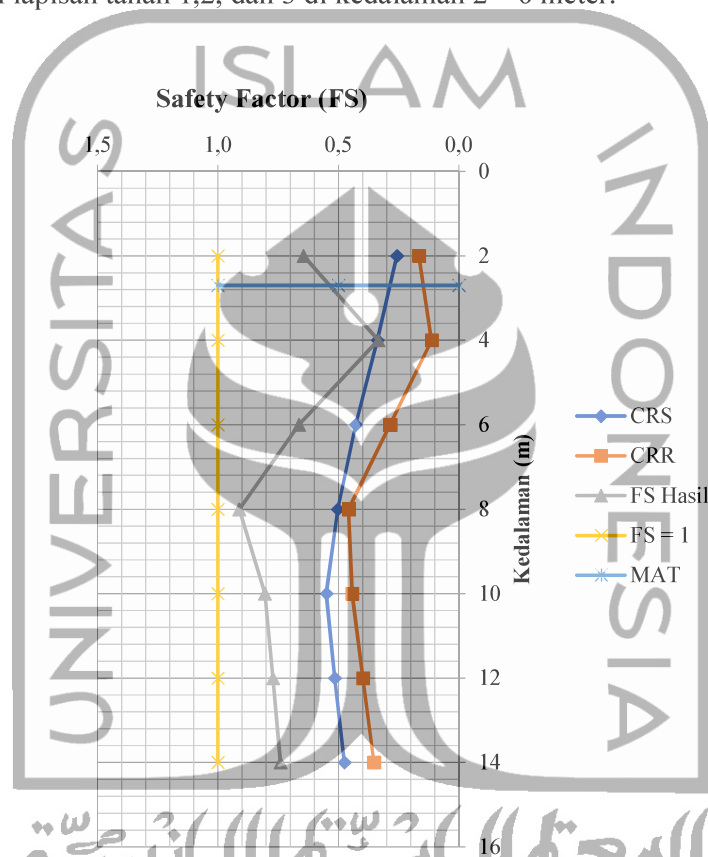
**Tabel 5.14 Perhitungan CRR DB-04**

Lapisan	Kedalaman (m)	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah	N-SPT		Faktor koreksi (N1)60					(N1)60	CRR
						Cn	Ce	Cb	Cr	Cs		
1	2	2	coarse SAND	18	30	1,508971	1,2	1	0,85	1	15,47958	0,1649
2	4	2	fine SAND	12	30	1,387268	1,2	1	0,85	1	9,983209	0,1130
3	6	2	coarse SAND	19	30	1,329414	1,2	1	0,85	1	24,62571	0,2847
4	8	2	coarse SAND	85	23	1,292662	1,2	1	0,85	1	66,55698	0,4574
5	10	2	fine GRAVEL	50	3	1,257887	1,2	1	0,85	1	64,80641	0,4427
6	12	2	coarse SAND	50	8	1,155275	1,2	1	0,85	1	59,62826	0,3978
7	14	1,5	coarse SAND	50	17	1,057638	1,2	1	0,85	1	54,6836	0,3519

**Tabel 5.15 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-04**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah (m)	CSR	CRR	FS		STATUS
1	2	2	coarse SAND	0,2560	0,1649	0,6441	1,0000	Terjadi Likuifaksi
2	4	2	fine SAND	0,3370	0,1130	0,3352	1,0000	Terjadi Likuifaksi
3	6	2	coarse SAND	0,4281	0,2847	0,6650	1,0000	Terjadi Likuifaksi
4	8	2	coarse SAND	0,5019	0,4574	0,9113	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
5	10	2	fine GRAVEL	0,5495	0,4427	0,8056	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
6	12	2	coarse SAND	0,5151	0,3978	0,7723	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
7	14	1,5	coarse SAND	0,4753	0,3519	0,7403	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi

Berdasarkan pada hasil perhitungan SPT di titik DB-04 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.7 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji *bore hole* pada SPT. Dimana apabila nilai FS kurang dari 1 menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut mengalami potensi likuifaksi. Pada titik ini potensi likuifaksi terjadi di lapisan tanah 1,2, dan 3 di kedalaman 2 – 6 meter.



Gambar 5.7 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-04)

e. *Bore Hole* DB-05

Perhitungan potensi likuifaksi pada titik *Bore Hole* DB-05 dapat dilihat pada Tabel 5.16, Tabel 5.17, Tabel 5.18 dan Gambar 5.8 berikut ini.

**Tabel 5.16 Perhitungan CSR DB-05**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi	Jenis Tanah	(amax/g)	rd	$\gamma_d$	Tegangan Total ( $\sigma$ )	Angka Pori (u)	Tegangan efektif ( $\sigma'$ )	( $\sigma/\sigma'$ )	CSR
1	2	2	fine SAND	0,4	0,9847	11,07	22,14	0	22,14	1	0,2560
2	4	2	fine SAND	0,4	0,9694	12,27	46,68	17,658	29,022	1,6084	0,4054
3	6	2	coarse SAND	0,4	0,9541	14,28	75,24	37,278	37,962	1,9819	0,4917
4	8	2	coarse SAND with few fine gravel	0,4	0,9388	14,135	103,51	56,898	37,962	2,7266	0,5420
5	10	2	coarse SAND	0,4	0,907	13,99	131,49	76,518	54,972	2,3919	0,5641
6	12	2	coarse SAND with few fine gravel	0,4	0,8536	14,191	159,872	96,138	63,734	2,5084	0,5567

الجمهورية الإسلامية الباندوية

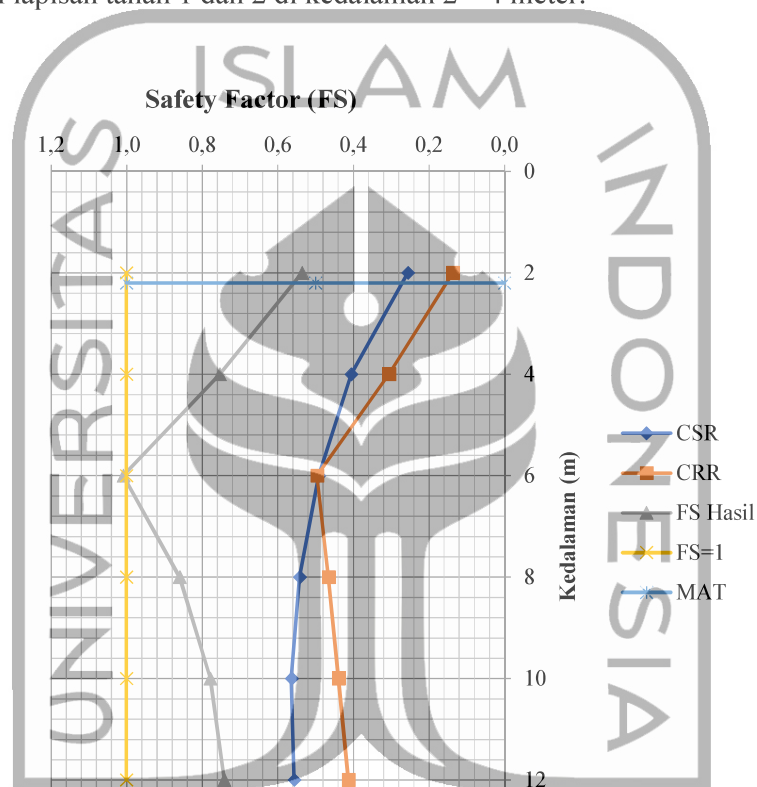
**Tabel 5.17 Perhitungan CRR DB-05**

Lapisan	Kedalaman (m)	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah	N-SPT		Faktor koreksi (N1)60					(N1)60	CRR
						Cn	Ce	Cb	Cr	Cs		
1	2	2	coarse SAND	18	30	1,543031	1,2	1	0,85	1	12,65558	0,1373
2	4	2	fine SAND	12	30	1,470645	1,2	1	0,85	1	25,66426	0,3056
3	6	2	coarse SAND	19	30	1,386172	1,2	1	0,85	1	71,25367	0,4960
4	8	2	coarse SAND	85	23	1,31319	1,2	1	0,85	1	67,58936	0,4660
5	10	2	fine GRAVEL	50	3	1,249604	1,2	1	0,85	1	64,38908	0,4392
6	12	2	coarse SAND	50	8	1,18925	1,2	1	0,85	1	61,34481	0,4130

**Tabel 5.18 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-05**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah (m)	CSR	CRR	FS	FS=1	STATUS
1	2	2	coarse SAND	0,2560	0,1373	0,5363	1,0000	Terjadi Likuifaksi
2	4	2	fine SAND	0,4054	0,3056	0,7539	1,0000	Terjadi Likuifaksi
3	6	2	coarse SAND	0,4917	0,4960	1,0089	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
4	8	2	coarse SAND	0,5420	0,4660	0,8597	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
5	10	2	fine GRAVEL	0,5641	0,4392	0,7785	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
6	12	2	coarse SAND	0,5567	0,4130	0,7418	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi

Berdasarkan pada hasil perhitungan SPT di titik DB-05 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.8 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji *bore hole* pada SPT. Dimana apabila nilai FS kurang dari 1 menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut mengalami potensi likuifaksi. Pada titik ini potensi likuifaksi terjadi di lapisan tanah 1 dan 2 di kedalaman 2 – 4 meter.



Gambar 5.8 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-05)

f. *Bore Hole* DB-06

Perhitungan potensi likuifaksi pada titik *Bore Hole* DB-06 dapat dilihat pada Tabel 5.19, Tabel 5.20, Tabel 5.21 dan Gambar 5.9 berikut ini.

**Tabel 5.19 Perhitungan CSR DB-06**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi	Jenis Tanah	(amax/g)	rd	$\gamma_d$	Tegangan Total ( $\sigma$ )	Angka Pori (u)	Tegangan efektif ( $\sigma'$ )	( $\sigma/\sigma'$ )	CSR
1	2	2	fine SAND	0,4	0,9847	15,22	30,44	0	30,44	1	0,2560
2	4	2	fine SAND	0,4	0,9694	13,194	56,828	15,696	41,132	1,381601	0,3482
3	6	2	medium SAND	0,4	0,9541	13,412	83,652	35,316	48,336	1,730636	0,4293
4	8	2	medium SAND	0,4	0,9388	13,63	110,912	54,936	48,336	2,294604	0,4836
5	10	2	medium SAND	0,4	0,907	13,63	138,172	74,556	63,616	2,171969	0,5122
6	12	2	coarse SAND with medium gravel	0,4	0,8536	13,8	165,772	94,176	71,596	2,315381	0,5139

الجامعة الإسلامية  
 الإسلامية  
 البعثية  
 الهندية

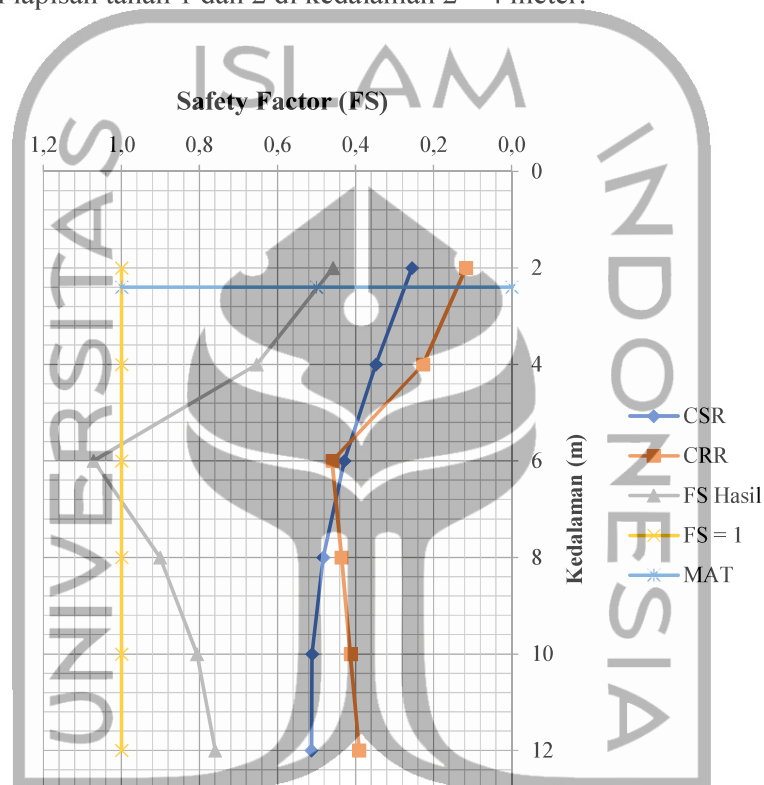
**Tabel 5.20 Perhitungan CRR DB-06**

Lapisan	Kedalaman (m)	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah	N-SPT		Faktor koreksi (N1)60					(N1)60	CRR
						Cn	Ce	Cb	Cr	Cs		
1	2	2	coarse SAND	18	30	1,466257	1,2	1	0,85	1	10,46907	0,1173
2	4	2	fine SAND	12	30	1,358503	1,2	1	0,85	1	20,95967	0,2277
3	6	2	coarse SAND	19	30	1,299553	1,2	1	0,85	1	66,90362	0,4603
4	8	2	coarse SAND	85	23	1,242379	1,2	1	0,85	1	64,02501	0,4361
5	10	2	fine GRAVEL	50	3	1,190024	1,2	1	0,85	1	61,38389	0,4133
6	12	2	coarse SAND	50	8	1,139851	1,2	1	0,85	1	58,84829	0,3908

**Tabel 5.21 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-06**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah (m)	CSR	CRR	FS	FS=1	STATUS
1	2	2	coarse SAND	0,2560	0,1173	0,4581	1,0000	Terjadi Likuifaksi
2	4	2	fine SAND	0,3482	0,2277	0,6539	1,0000	Terjadi Likuifaksi
3	6	2	coarse SAND	0,4293	0,4603	1,0722	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
4	8	2	coarse SAND	0,4836	0,4361	0,9016	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
5	10	2	fine GRAVEL	0,5122	0,4133	0,8069	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
6	12	2	coarse SAND	0,5139	0,3908	0,7605	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi

Berdasarkan pada hasil perhitungan SPT di titik DB-06 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.9 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji *bore hole* pada SPT. Dimana apabila nilai FS kurang dari 1 menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut mengalami potensi likuifaksi. Pada titik ini potensi likuifaksi terjadi di lapisan tanah 1 dan 2 di kedalaman 2 – 4 meter.



Gambar 5.9 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-06)



### 5.1.5 Analisis Data CPT

Adapun data lapangan yang didapatkan dari uji CPT ialah tahanan ujung konus ( $q_c$ ). Dari nilai  $q_c$  yang ada dapat dihitung nilai friksi dan jumlah hambatan lekat pada suatu lapisan tanah. Dari nilai tahanan ujung dapat dihitung nilai CRR yang mewakili nilai ketahanan tanah terhadap beban siklik akibat gempa. Dari nilai  $q_c$  diolah menjadi grafik. Untuk contoh perhitungan dapat dilihat sebagai berikut.

#### CPT-01

Didapatkan dari data CPT-01 terlampir pada Lampiran 2 dan Data tanah uji laboratorium dapat dilihat pada Lampiran 4.

$$h = 0,2 \text{ meter}$$

$$\gamma_d = 12,438 \text{ kN/m}^2$$

#### 1. Perhitungan tegangan efektif ( $\sigma'$ )

$$\begin{aligned} \text{Tegangan total } (\sigma) &= h \times \gamma \\ &= 0,2 \times 12,438 \\ &= 2,4876 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Tekanan air pori } (u) = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan efektif } (\sigma_1') &= \sigma - u \\ &= 2,4876 - 0 \\ &= 2,4876 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

#### 2. Perhitungan nilai reduksi tegangan ( $rd$ )

$$\begin{aligned} rd &= 1,0 - 0,00765 \times z \\ &= 1,0 - 0,00765 \times 0,4 \\ &= 0,99694 \end{aligned}$$

#### 3. Perhitungan nilai *Cyclic Stress Ratio* (CSR)

$$\begin{aligned} \text{CSR} &= 0,65 \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \left( \frac{\sigma_{v0}}{\sigma_{v'}} \right) rd \\ &= 0,65 \times (0,4) \times \left( \frac{2,4876}{2,4876} \right) \times 0,99694 \\ &= 0,2592 \end{aligned}$$

#### 4. Perhitungan nilai Q

Nilai  $q_c$  didapat dari data CPT-01 pada Lampiran 2.

Nilai  $q_c = 8,78 \text{ kg/cm}^2$  diubah menjadi  $861,01948 \text{ kN/m}^2$ .

Nilai  $P_a = 1 \text{ atm}$  tekanan yang sama yang digunakan oleh  $\sigma'_{vo}$ .  
Didapatkan  $P_a = 101,325 \text{ kN/m}^2$ .

$$\begin{aligned}
 Q &= \left[ \frac{(q_c - \sigma_{vo})}{P_a} \right] \left[ \left( \frac{P_a}{\sigma'_{vo}} \right)^n \right] \\
 &= \left[ \frac{(861,0195 - 2,4876)}{101,325} \right] \left[ \left( \frac{101,325}{2,4876} \right)^{0,5} \right] \\
 &= 54,076409
 \end{aligned}$$

5. Perhitungan nilai F

Nilai  $f_s$  didapat dari data CPT-01 terlampir pada Lampiran 2.

$f_s = 0,21$  diubah menjadi  $20,59386 \text{ kN/m}^2$ .

$$\begin{aligned}
 F &= \left[ \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vo}} \right] \times 100\% \\
 &= \left[ \frac{20,5939}{861,0195 - 2,4876} \right] \times 100\% \\
 &= 0,023987
 \end{aligned}$$

6. Perhitungan nilai Ic

$$\begin{aligned}
 IC &= [(3,47 - \log Q)^2 + (1,22 + \log F)^2]^{0,5} \\
 &= [(3,47 - \log 54,076409)^2 + (1,22 + \\
 &\quad \log 0,023987)^2]^{0,5} \\
 &= 1,78246
 \end{aligned}$$

7. Perhitungan nilai Cq

$$\begin{aligned}
 Cq &= \left( \frac{P_a}{\sigma'_{vo}} \right)^n \\
 &= \left( \frac{101,325}{2,4876} \right)^{0,5} \\
 &= 6,382165
 \end{aligned}$$

8. Perhitungan qcIN

$$\begin{aligned}
 qcIN &= Cq (q_c/P_a) \\
 &= 6,382165 (861,01948/101,325) \\
 &= 54,2331
 \end{aligned}$$

Hitungan ekivalensi pasir bersih N-SPT ternormalisasi ( $qcIN$ )<sub>cs</sub>

Harga tahanan konus ternormalisasi  $q_{cIN}$ , untuk pasir kelepungan dikoreksi terhadap pasir bersih ( $c_s$ ) dengan harga  $(q_{cIN})_{cs}$  seperti berikut.

$$(q_{cIN})_{cs} = K_c \cdot q_{cIN}$$

Dimana :

$K_c$  = faktor koreksi untuk karakteristik butiran yang didefinisikan oleh persamaan berikut (Robertson and Wride, 1998)

$$\text{Untuk } I_c \leq 1,64 \dots K_c = 1,0$$

$$\text{Untuk } I_c > 1,64 \dots K_c = -0,403 \cdot I_c^4 + 5,581 \cdot I_c^3 - 21,63 \cdot I_c^2 + 33,75 \cdot I_c - 17,88$$

Pada perhitungan nilai  $I_c$  diatas, didapatkan nilai  $I_c = 1,78246$

$$I_c > 1,64$$

$$K_c = -0,403 \cdot I_c^4 + 5,581 \cdot I_c^3 - 21,63 \cdot I_c^2 + 33,75 \cdot I_c - 17,88$$

$$= -0,403 \cdot 1,78246^4 + 5,581 \cdot 1,78246^3 - 21,63 \cdot 1,78246^2 + 33,75 \cdot 1,78246 - 17,88$$

$$= -0,403 \cdot 1,78246^4 + 5,581 \cdot 1,78246^3 - 21,63 \cdot 1,78246^2 + 33,75 \cdot 1,78246 - 17,88$$

$$= 1,09408$$

$$(q_{cIN})_{cs} = K_c \cdot q_{cIN}$$

$$= 1,09408 \times 54,2331$$

$$= 59,3353$$

#### 9. Perhitungan CRR

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

$$= \exp \left[ \left( \frac{59,3353}{540} \right) + \left( \frac{59,3353}{67} \right)^2 - \left( \frac{59,3353}{80} \right)^3 + \left( \frac{59,3353}{114} \right)^4 - 3 \right]$$

$$= 0,087122$$

Berdasarkan nilai  $(q_{cIN})_{cs}$  yang diperoleh yaitu 59,3353 sehingga dalam buku *Soil Liquefaction During Earthquake* tulisan LM Idriss dan R.W. Boulanger diketahui bahwa nilai  $CRR_{7,5}$  sebagai berikut :

Jika nilai  $(q_{cIN})_{cs} < 211$

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

Jika nilai  $(q_{cIN})_{cs} > 211$ , maka  $CRR_{7,5} = 2$

## 10. Perhitungan FS

$$\begin{aligned} \text{FS} &= \frac{\text{CRR}}{\text{CSR}} \\ &= \frac{0,087122}{0,25920} \\ &= 0,33611 < 1 \text{ (terjadi likuifaksi)} \end{aligned}$$



Berdasarkan perhitungan data CPT diatas, berikut rekapitulasi titik-titik lainnya pada *runway* sebagai berikut.

a. CPT-01

Rekapitulasi hasil potensi likuifaksi pada titik CPT-01 dapat dilihat pada Tabel 5.22 dan Gambar 5.10 berikut ini.

**Tabel 5.22 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-01**

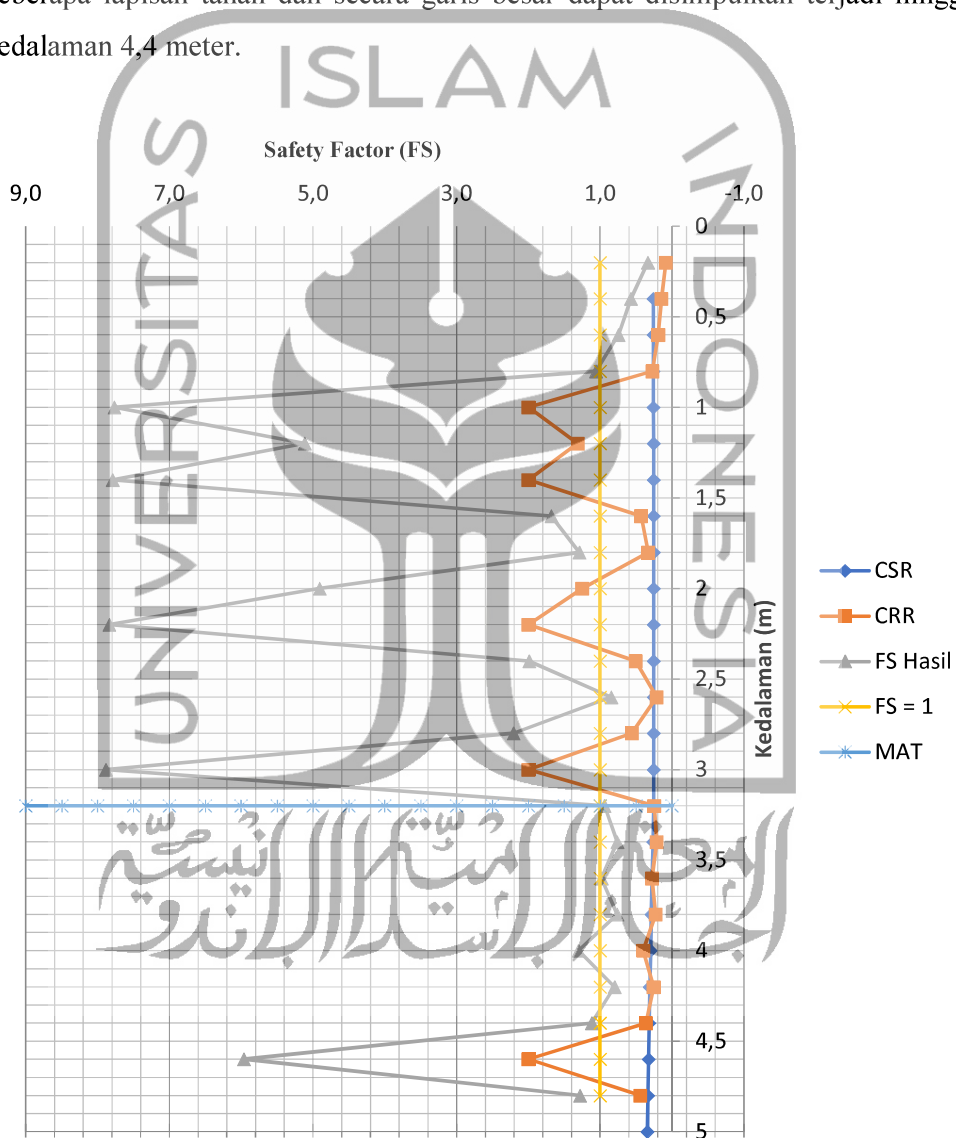
Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qciN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
m											
0,2											
0,4	8,78	861,0195	2,488	2,488	1,782	54,233	0,997	0,259	0,087	0,336	Likuifaksi
0,6	22,21	2178,046	4,975	4,975	1,733	97,007	0,995	0,259	0,147	0,569	Likuifaksi
0,8	31	3040,046	7,463	7,463	1,837	110,553	0,994	0,258	0,192	0,742	Likuifaksi
1	47,53	4661,077	9,950	9,950	1,679	146,794	0,992	0,258	0,273	1,057	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,2	64,58	6333,102	12,438	12,438	2,081	178,395	0,991	0,258	2,000	7,764	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,4	75,94	7447,132	14,926	14,926	1,733	191,498	0,989	0,257	1,316	5,117	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,6	78,52	7700,142	17,413	17,413	1,973	183,316	0,988	0,257	2,000	7,788	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,8	72,32	7092,133	19,901	19,901	1,777	157,937	0,986	0,256	0,431	1,679	Tidak Terjadi Likuifaksi
2	68,19	6687,121	22,388	22,388	1,849	140,401	0,985	0,256	0,330	1,290	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,2	64,58	6333,102	24,876	24,876	2,172	126,144	0,983	0,256	1,254	4,906	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,4	60,96	5978,103	27,364	27,364	2,419	113,532	0,982	0,255	2,000	7,836	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,6	60,44	5927,109	29,851	29,851	2,194	107,771	0,980	0,255	0,507	1,990	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,8	65,61	6434,11	32,339	32,339	1,908	112,400	0,979	0,254	0,215	0,846	Likuifaksi
3	78,52	7700,142	34,826	34,826	2,068	129,624	0,977	0,254	0,561	2,209	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,2	87,82	8612,156	37,823	37,823	2,252	139,115	0,976	0,254	2,000	7,885	Tidak Terjadi Likuifaksi

**Lanjutan Tabel 5.22 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-01**

Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qcIN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
m	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>							
3,4	79,04	7751,137	40,820	38,858	1,881	123,528	0,974	0,266	0,249	0,937	Likuifaksi
3,6	73,36	7194,122	43,817	39,893	1,888	113,155	0,972	0,278	0,212	0,762	Likuifaksi
3,8	69,74	6839,123	46,814	40,928	2,089	106,202	0,971	0,289	0,283	0,979	Likuifaksi
4	70,26	6890,117	49,810	41,962	2,010	105,667	0,969	0,299	0,228	0,764	Likuifaksi
4,2	78,52	7700,142	52,807	42,997	2,099	116,660	0,968	0,309	0,402	1,300	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,4	80,07	7852,145	55,804	44,032	1,953	117,556	0,966	0,318	0,255	0,800	Likuifaksi
4,6	101,77	9980,177	58,801	45,067	1,817	147,690	0,965	0,327	0,365	1,116	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,8	120,88	11854,22	61,798	46,102	1,971	173,443	0,963	0,336	2,000	5,957	Tidak Terjadi Likuifaksi
5	121,88	11952,28	64,794	47,136	1,461	172,948	0,962	0,344	0,439	1,277	Tidak Terjadi Likuifaksi

الجمهورية الإسلامية الباندونيسية

Berdasarkan pada hasil perhitungan CPT di titik CPT-01 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.10 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji pada CPT. Dimana apabila nilai FS kurang dari 1 menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut mengalami potensi likuifaksi. Pada titik ini potensi likuifaksi terjadi di beberapa lapisan tanah dan secara garis besar dapat disimpulkan terjadi hingga kedalaman 4,4 meter.



**Gambar 5.10 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-01)**

b. CPT-02

Rekapitulasi hasil potensi likuifaksi pada titik CPT-02 dapat dilihat pada Tabel 5.23 dan Gambar 5.11 berikut ini.

**Tabel 5.23 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-02**

Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qcIN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
m											
0,2											
0,4	12,4	1216,018	2,30	2,30	1,74	79,68	1,00	0,26	0,12	0,46	Likuifaksi
0,6	22,21	2178,046	4,60	4,60	1,78	100,91	1,00	0,26	0,16	0,62	Likuifaksi
0,8	23,25	2280,035	6,90	6,90	1,97	86,25	0,99	0,26	0,16	0,61	Likuifaksi
1	24,8	2432,037	9,20	9,20	1,83	79,68	0,99	0,26	0,13	0,49	Likuifaksi
1,2	29,45	2888,044	11,49	11,49	1,76	84,63	0,99	0,26	0,13	0,50	Likuifaksi
1,4	49,08	4813,079	13,79	13,79	2,08	128,75	0,99	0,26	0,57	2,20	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,6	61,99	6079,111	16,09	16,09	1,95	150,55	0,99	0,26	0,66	2,57	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,8	65,61	6434,11	18,39	18,39	1,82	149,05	0,99	0,26	0,38	1,48	Tidak Terjadi Likuifaksi
2	85,24	8359,146	20,69	20,69	2,00	182,57	0,98	0,26	2,00	7,81	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,2	84,72	8308,152	22,99	22,99	1,92	172,15	0,98	0,26	1,78	6,96	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,4	84,21	8258,138	25,29	25,29	1,81	163,15	0,98	0,26	0,57	2,25	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,6	79,56	7802,131	27,59	27,59	2,04	147,58	0,98	0,25	1,10	4,32	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,8	68,71	6738,115	29,88	28,90	1,89	124,51	0,98	0,26	0,26	0,98	Likuifaksi
3	60,44	5927,109	32,18	29,24	2,19	108,89	0,98	0,28	0,52	1,87	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,2	41,33	4053,068	34,48	29,58	1,72	74,04	0,98	0,30	0,11	0,37	Likuifaksi
3,4	36,16	3546,067	36,78	29,91	1,75	64,41	0,97	0,31	0,10	0,32	Likuifaksi

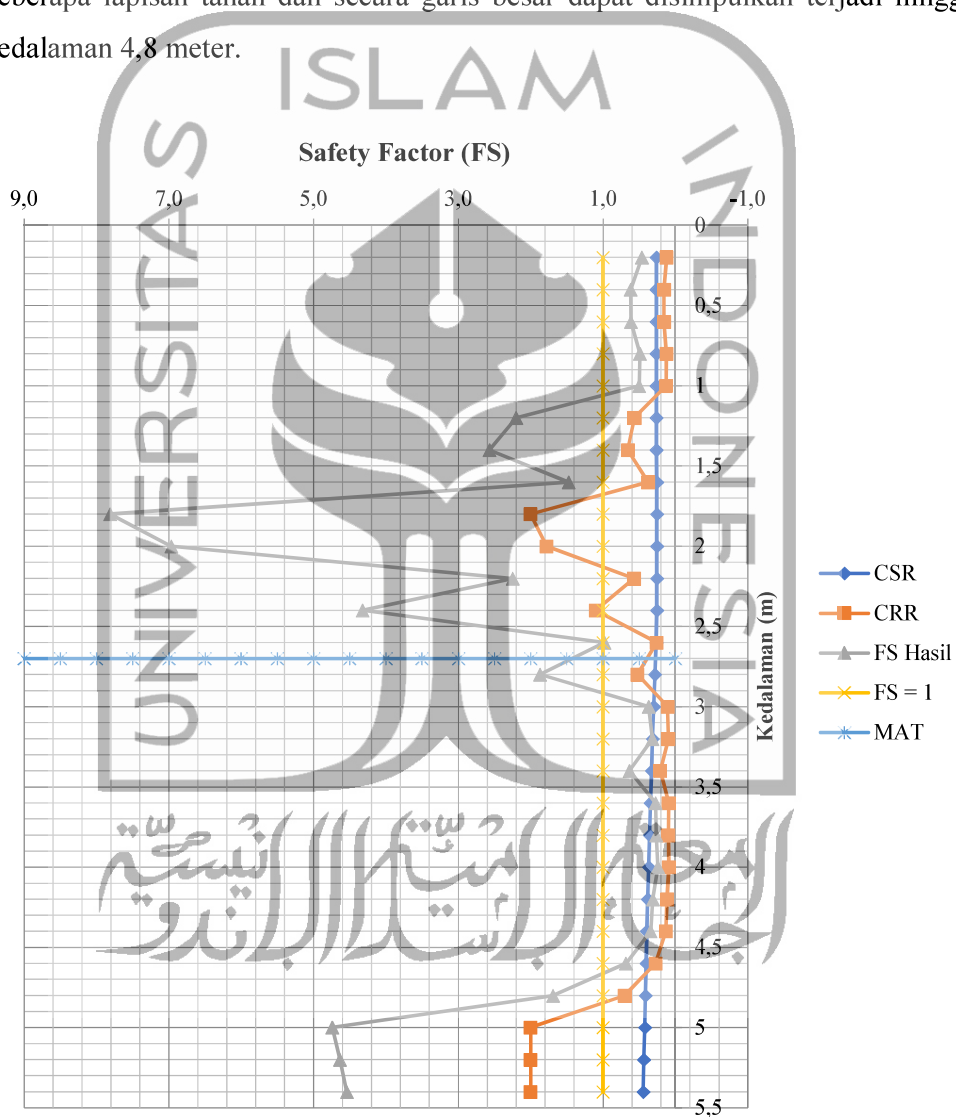


**Lanjutan Tabel 5.23 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-02**

Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qcIN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
3,6	32,03	3141,054	39,08	30,25	2,40	56,73	0,97	0,33	0,21	0,64	Likuifaksi
3,8	31	3040,046	41,38	30,59	1,92	54,61	0,97	0,34	0,09	0,28	Likuifaksi
4	27,9	2736,041	44,05	31,30	2,05	48,59	0,97	0,35	0,10	0,27	Likuifaksi
4,2	23,25	2280,035	46,72	32,00	2,14	40,04	0,97	0,37	0,09	0,24	Likuifaksi
4,4	28,41	2786,055	49,39	32,71	2,23	48,39	0,97	0,38	0,12	0,31	Likuifaksi
4,6	43,39	4255,084	52,06	33,42	2,00	73,12	0,96	0,39	0,13	0,34	Likuifaksi
4,8	65,09	6383,116	54,73	34,13	2,06	108,55	0,96	0,40	0,27	0,68	Likuifaksi
5	88,86	8714,145	57,40	34,83	1,99	146,68	0,96	0,41	0,70	1,69	Tidak Terjadi Likuifaksi
5,2	99,19	9727,167	60,07	35,54	2,09	162,09	0,96	0,42	2,00	4,74	Tidak Terjadi Likuifaksi
5,4	115,72	11348,2	62,74	36,25	2,10	187,25	0,96	0,43	2,00	4,64	Tidak Terjadi Likuifaksi
5,6	119,85	11753,21	65,40	36,96	2,01	192,07	0,96	0,44	2,00	4,54	Tidak Terjadi Likuifaksi

الجمهورية الإسلامية الباندوية

Berdasarkan pada hasil perhitungan CPT di titik CPT-02 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.11 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji pada CPT. Dimana apabila nilai FS kurang dari 1 menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut mengalami potensi likuifaksi. Pada titik ini potensi likuifaksi terjadi di beberapa lapisan tanah dan secara garis besar dapat disimpulkan terjadi hingga kedalaman 4,8 meter.



Gambar 5.11 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-02)

c. CPT-03

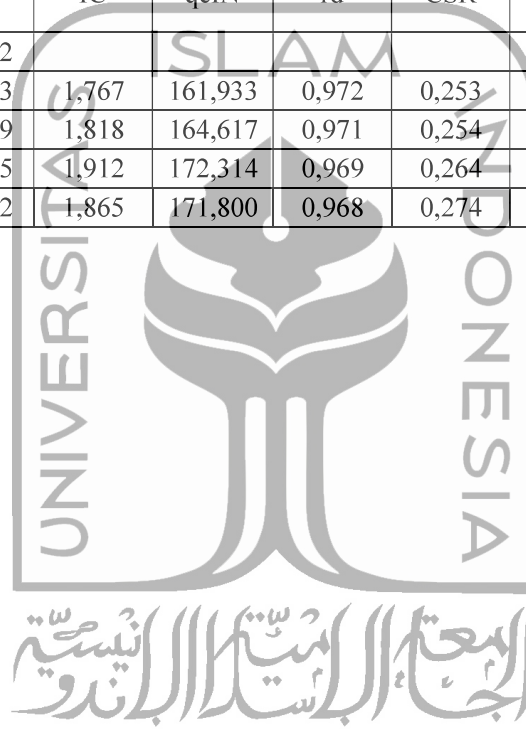
Rekapitulasi hasil potensi likuifaksi pada titik CPT-03 dapat dilihat pada Tabel 5.24 dan Gambar 5.12 berikut ini.

**Tabel 5.24 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-03**

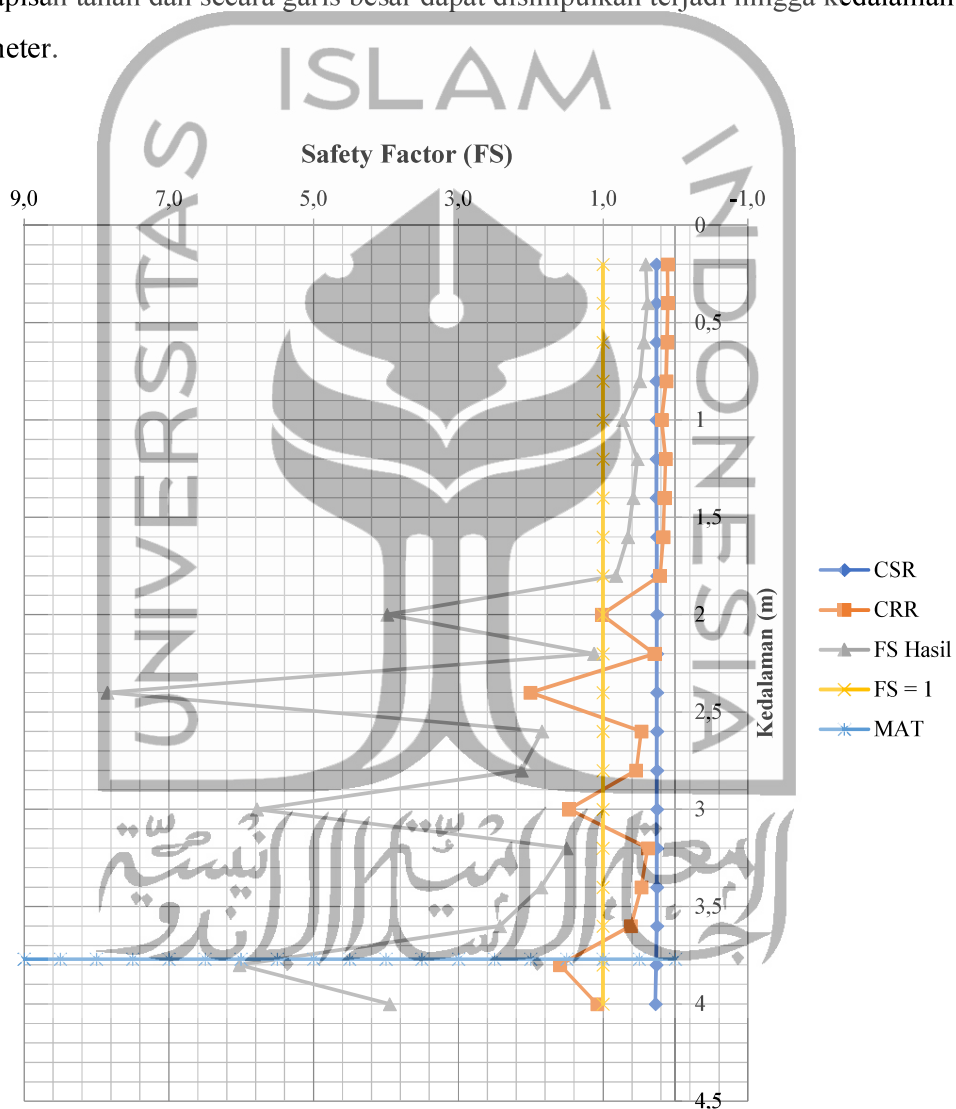
Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qcIN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
0,2			0								
0,4	10,33	1013,022	2,530	2,530	1,892	63,275	0,997	0,259	0,106	0,408	Likuifaksi
0,6	15,5	1520,023	5,059	5,059	1,705	67,135	0,995	0,259	0,099	0,384	Likuifaksi
0,8	19,11	1874,041	7,589	7,589	1,895	67,583	0,994	0,258	0,113	0,436	Likuifaksi
1	28,41	2786,055	10,118	10,118	1,690	87,011	0,992	0,258	0,126	0,490	Likuifaksi
1,2	32,55	3192,048	12,648	12,648	2,059	89,166	0,991	0,258	0,187	0,727	Likuifaksi
1,4	36,16	3546,067	15,178	15,178	1,722	90,425	0,989	0,257	0,135	0,524	Likuifaksi
1,6	41,84	4103,081	17,707	17,707	1,757	96,867	0,988	0,257	0,150	0,583	Likuifaksi
1,8	47,53	4661,077	20,237	20,237	1,802	102,934	0,986	0,256	0,168	0,653	Likuifaksi
2	53,73	5269,086	22,766	22,766	1,919	109,706	0,985	0,256	0,210	0,818	Likuifaksi
2,2	63,54	6231,114	25,296	25,296	2,174	123,078	0,983	0,256	1,018	3,982	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,4	70,77	6940,131	27,826	27,826	1,882	130,703	0,982	0,255	0,287	1,125	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,6	80,07	7852,145	30,355	30,355	2,215	141,584	0,980	0,255	2,000	7,848	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,8	86,27	8460,154	32,885	32,885	1,908	146,562	0,979	0,254	0,469	1,845	Tidak Terjadi Likuifaksi
3	95,05	9321,173	35,414	35,414	1,866	155,605	0,977	0,254	0,540	2,127	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,2	105,9	10385,19	37,944	37,944	1,937	167,488	0,976	0,254	1,467	5,783	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,4	103,32	10132,18	40,474	40,474	1,728	158,219	0,974	0,253	0,381	1,505	Tidak Terjadi Likuifaksi

**Lanjutan Tabel 5.24 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-03**

Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qcIN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
m	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>							
3,6	109	10689,19	43,003	43,003	1,767	161,933	0,972	0,253	0,469	1,854	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,8	113,65	11145,2	45,533	45,239	1,818	164,617	0,971	0,254	0,616	2,424	Tidak Terjadi Likuifaksi
4	119,85	11753,21	48,172	45,915	1,912	172,314	0,969	0,264	1,592	6,020	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,2	120,37	11804,2	50,810	46,592	1,865	171,800	0,968	0,274	1,083	3,946	Tidak Terjadi Likuifaksi



Berdasarkan pada hasil perhitungan CPT di titik CPT-03 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.12 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji pada CPT. Dimana apabila nilai FS kurang dari 1 menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut mengalami potensi likuifaksi. Pada titik ini potensi likuifaksi terjadi di beberapa lapisan tanah dan secara garis besar dapat disimpulkan terjadi hingga kedalaman 2 meter.



**Gambar 5.12 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-03)**

d. CPT-07

Rekapitulasi hasil potensi likuifaksi pada titik CPT-07 dapat dilihat pada Tabel 5.25 dan Gambar 5.13 berikut ini.

**Tabel 5.25 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-07**

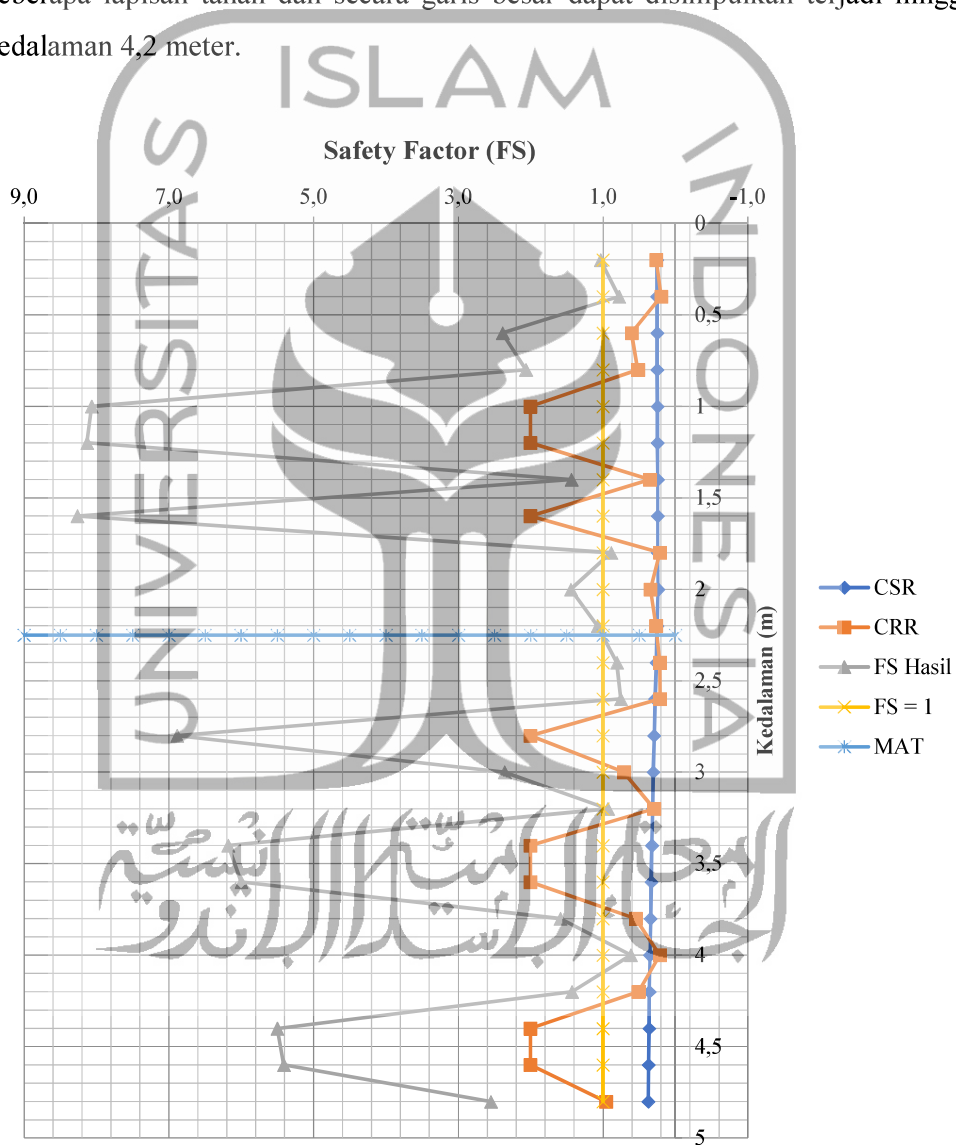
Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qcIN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0,4	21,7	2128,032	2,530	2,530	1,813	132,921	0,985	0,256	0,264	1,031	Tidak Terjadi Likuifaksi
0,6	29,45	2888,044	5,059	5,059	1,650	127,557	0,977	0,254	0,198	0,779	Likuifaksi
0,8	48,56	4762,085	7,589	7,589	1,747	171,732	0,969	0,252	0,602	2,389	Tidak Terjadi Likuifaksi
1	55,28	5421,088	10,118	10,118	1,727	169,306	0,962	0,250	0,516	2,065	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,2	57,86	5674,099	12,648	12,648	2,073	158,499	0,954	0,248	2,000	8,062	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,4	57,86	5674,099	15,178	15,178	2,341	144,690	0,946	0,246	2,000	8,128	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,6	60,44	5927,109	17,707	17,707	1,877	139,930	0,939	0,244	0,351	1,436	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,8	64,58	6333,102	20,237	20,237	2,144	139,858	0,931	0,242	2,000	8,261	Tidak Terjadi Likuifaksi
2	61,99	6079,111	22,766	22,766	1,727	126,571	0,924	0,240	0,213	0,887	Likuifaksi
2,2	63,54	6231,114	25,296	25,296	2,015	123,078	0,916	0,238	0,344	1,443	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,4	64,06	6282,108	27,826	26,354	1,939	121,569	0,908	0,249	0,268	1,074	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,6	63,03	6181,1	30,355	26,922	1,830	118,347	0,901	0,264	0,213	0,806	Likuifaksi
2,8	63,03	6181,1	32,885	27,489	1,833	117,119	0,893	0,278	0,210	0,756	Likuifaksi
3	64,06	6282,108	35,414	28,057	2,427	117,822	0,885	0,291	2,000	6,884	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,2	63,03	6181,1	37,944	28,625	2,190	114,773	0,878	0,302	0,714	2,359	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,4	68,71	6738,115	40,474	29,192	1,954	123,893	0,870	0,314	0,292	0,931	Likuifaksi

**Lanjutan Tabel 5.25 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-07**

Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qcIN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
m	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>							
3,6	76,46	7498,126	43,003	29,760	2,209	136,546	0,862	0,324	2,000	6,173	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,8	84,72	8308,152	45,533	30,327	2,220	149,875	0,855	0,334	2,000	5,995	Tidak Terjadi Likuifaksi
4	86,79	8511,148	48,172	31,004	1,900	151,852	0,847	0,342	0,544	1,590	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,2	77,49	7599,134	50,810	31,681	1,561	134,124	0,839	0,350	0,214	0,612	Likuifaksi
4,4	75,42	7396,138	53,449	32,358	0,000	129,169	0,832	0,357	0,510	1,427	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,6	80,59	7903,139	56,088	33,035	1,000	136,602	0,824	0,364	2,000	5,498	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,8	105,9	10385,19	58,727	33,711	2,000	177,692	0,816	0,370	2,000	5,409	Tidak Terjadi Likuifaksi
5	117,79	11551,19	61,366	34,388	3,000	195,688	0,809	0,375	0,957	2,550	Tidak Terjadi Likuifaksi

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 الجامعة الإسلامية في اندونيسيا

Berdasarkan pada hasil perhitungan CPT di titik CPT-07 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.13 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji pada CPT. Dimana apabila nilai FS kurang dari 1 menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut mengalami potensi likuifaksi. Pada titik ini potensi likuifaksi terjadi di beberapa lapisan tanah dan secara garis besar dapat disimpulkan terjadi hingga kedalaman 4,2 meter.



**Gambar 5.13 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-07)**



e. CPT-09

Rekapitulasi hasil potensi likuifaksi pada titik CPT-09 dapat dilihat pada Tabel 5.26 dan Gambar 5.14 berikut ini.

**Tabel 5.26 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-09**

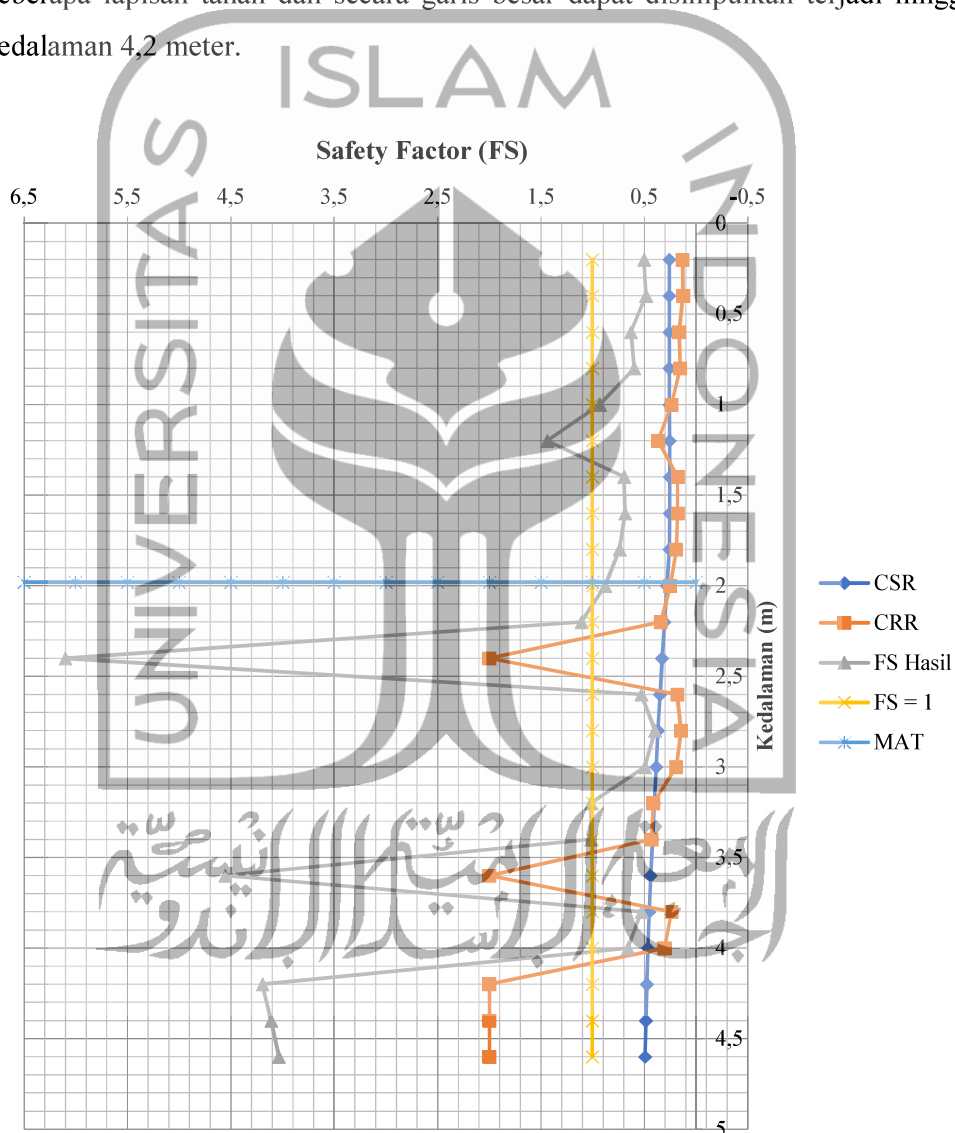
Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qcIN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
m											
0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0,4	13,43	1317,026	2,214	2,214	1,720	87,932	0,997	0,259	0,131	0,504	Likuifaksi
0,6	19,11	1874,041	4,428	4,428	1,618	88,474	0,995	0,259	0,125	0,482	Likuifaksi
0,8	27,38	2685,047	6,642	6,642	1,759	103,501	0,994	0,258	0,163	0,629	Likuifaksi
1	30,48	2989,052	8,856	8,856	1,747	99,783	0,992	0,258	0,154	0,597	Likuifaksi
1,2	48,56	4762,085	11,070	11,070	1,623	142,189	0,991	0,258	0,240	0,931	Likuifaksi
1,4	44,43	4357,072	13,284	13,284	2,067	118,761	0,989	0,257	0,370	1,440	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,6	33,58	3293,056	15,498	15,498	2,091	83,100	0,988	0,257	0,179	0,696	Likuifaksi
1,8	34,61	3394,064	17,712	17,712	2,112	80,118	0,986	0,256	0,176	0,686	Likuifaksi
2	48,04	4711,091	19,926	19,730	1,900	105,366	0,985	0,259	0,191	0,740	Likuifaksi
2,2	58,89	5775,107	22,380	20,222	1,836	127,583	0,983	0,283	0,249	0,880	Likuifaksi
2,4	63,54	6231,114	24,834	20,714	1,901	136,012	0,982	0,306	0,339	1,108	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,6	60,96	5978,103	27,288	21,206	2,387	128,967	0,980	0,328	2,000	6,099	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,8	48,56	4762,085	29,742	21,698	1,916	101,562	0,979	0,349	0,185	0,529	Likuifaksi
3	42,36	4154,076	32,196	22,190	1,874	87,607	0,977	0,369	0,146	0,396	Likuifaksi
3,2	53,21	5218,092	34,650	22,682	1,859	108,847	0,976	0,387	0,192	0,495	Likuifaksi
3,4	69,74	6839,123	37,104	23,174	1,919	141,138	0,974	0,405	0,412	1,016	Tidak Terjadi Likuifaksi

Lanjutan Tabel 5.26 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-09

Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qcIN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
m											
3,6	77,49	7599,134	39,558	23,666	1,803	155,183	0,972	0,423	0,430	1,017	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,8	81,11	7954,133	42,012	24,158	2,019	160,770	0,971	0,439	2,000	4,556	Tidak Terjadi Likuifaksi
4	72,32	7092,133	44,466	24,650	1,537	141,910	0,969	0,455	0,239	0,526	Likuifaksi
4,2	74,91	7346,124	47,322	25,544	1,772	144,397	0,968	0,466	0,307	0,658	Likuifaksi
4,4	92,99	9119,157	50,178	26,438	2,042	176,191	0,966	0,477	2,000	4,194	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,6	105,39	10335,18	53,034	27,332	2,058	196,393	0,965	0,487	2,000	4,109	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,8	115,2	11297,2	55,890	28,226	1,792	211,246	0,963	0,496	2,000	4,033	Tidak Terjadi Likuifaksi

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 الجامعة الإسلامية في إندونيسيا

Berdasarkan pada hasil perhitungan CPT di titik CPT-09 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.14 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji pada CPT. Dimana apabila nilai FS kurang dari 1 menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut mengalami potensi likuifaksi. Pada titik ini potensi likuifaksi terjadi di beberapa lapisan tanah dan secara garis besar dapat disimpulkan terjadi hingga kedalaman 4,2 meter.



**Gambar 5.14 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-09)**

f. CPT-11

Rekapitulasi hasil potensi likuifaksi pada titik CPT-11 dapat dilihat pada Tabel 5.27 dan Gambar 5.15 berikut ini.

**Tabel 5.27 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-11**

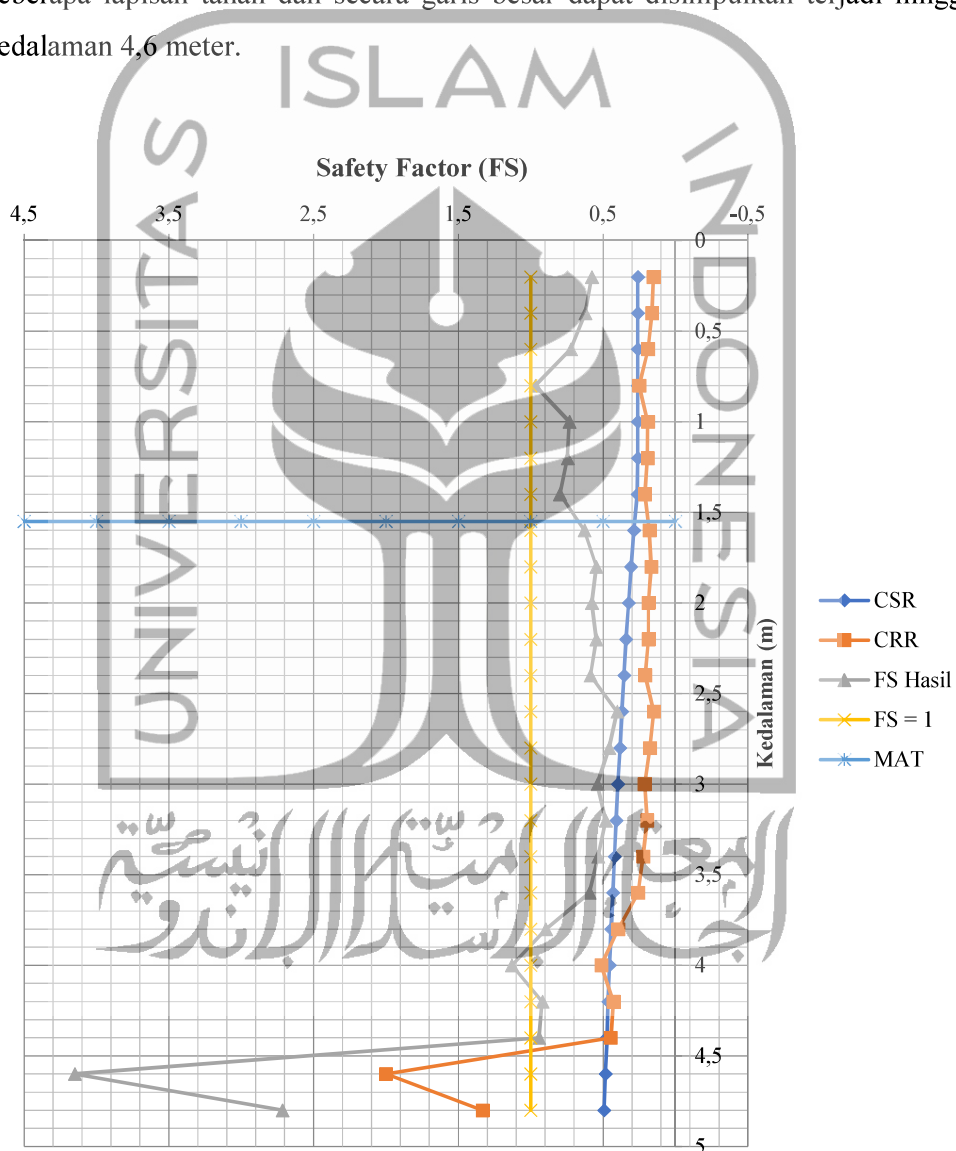
Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qcIN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
0,2											
0,4	17,56	1722,039	3,044	3,044	1,737	98,053	0,997	0,259	0,150	0,577	Likuifaksi
0,6	27,9	2736,041	6,088	6,088	1,651	110,161	0,995	0,259	0,161	0,622	Likuifaksi
0,8	38,23	3749,063	9,132	9,132	1,463	123,248	0,994	0,258	0,187	0,722	Likuifaksi
1	48,04	4711,091	12,176	12,176	1,761	134,125	0,992	0,258	0,249	0,966	Likuifaksi
1,2	48,56	4762,085	15,220	15,220	1,680	121,264	0,991	0,258	0,189	0,733	Likuifaksi
1,4	51,66	5066,09	18,264	18,264	1,738	117,765	0,989	0,257	0,191	0,744	Likuifaksi
1,6	56,31	5522,096	21,308	20,818	1,793	120,235	0,988	0,263	0,210	0,797	Likuifaksi
1,8	54,24	5319,1	24,352	21,900	1,733	112,918	0,986	0,285	0,179	0,627	Likuifaksi
2	55,28	5421,088	27,396	22,982	1,660	112,341	0,985	0,305	0,166	0,545	Likuifaksi
2,2	61,99	6079,111	30,440	24,064	1,634	123,113	0,983	0,323	0,186	0,576	Likuifaksi
2,4	60,44	5927,109	33,484	25,146	1,711	117,423	0,982	0,340	0,185	0,546	Likuifaksi
2,6	59,41	5826,101	36,528	26,228	1,878	113,016	0,980	0,355	0,208	0,587	Likuifaksi
2,8	54,24	5319,1	39,572	27,310	1,678	101,117	0,979	0,369	0,148	0,402	Likuifaksi
3	54,24	5319,1	42,616	28,392	1,896	99,171	0,977	0,381	0,174	0,457	Likuifaksi
3,2	54,76	5370,094	45,255	29,068	2,037	98,950	0,976	0,395	0,213	0,539	Likuifaksi
3,4	56,83	5573,091	47,894	29,745	1,961	101,515	0,974	0,408	0,196	0,480	Likuifaksi

**Lanjutan Tabel 5.27 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-11**

Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qcIN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
m	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>							
3,6	61,99	6079,111	50,532	30,422	1,962	109,494	0,972	0,420	0,223	0,532	Likuifaksi
3,8	73,36	7194,122	53,171	31,099	1,847	128,159	0,971	0,432	0,256	0,594	Likuifaksi
4	77,49	7599,134	55,810	31,776	1,968	133,924	0,969	0,443	0,396	0,894	Likuifaksi
4,2	87,31	8562,142	58,449	32,452	1,907	149,314	0,968	0,453	0,512	1,129	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,4	96,09	9423,162	61,088	33,129	0,000	162,642	0,966	0,463	0,426	0,920	Likuifaksi
4,6	103,32	10132,18	63,726	33,806	1,000	173,120	0,965	0,473	0,446	0,942	Likuifaksi
4,8	113,65	11145,2	66,365	34,483	2,000	188,551	0,963	0,482	2,000	4,149	Tidak Terjadi Likuifaksi
5	118,82	11652,2	69,004	35,160	3,000	195,222	0,962	0,491	1,332	2,714	Tidak Terjadi Likuifaksi

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 الجامعة الإسلامية في اندونيسيا

Berdasarkan pada hasil perhitungan CPT di titik CPT-11 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.15 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji pada CPT. Dimana apabila nilai FS kurang dari 1 menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut mengalami potensi likuifaksi. Pada titik ini potensi likuifaksi terjadi di beberapa lapisan tanah dan secara garis besar dapat disimpulkan terjadi hingga kedalaman 4,6 meter.



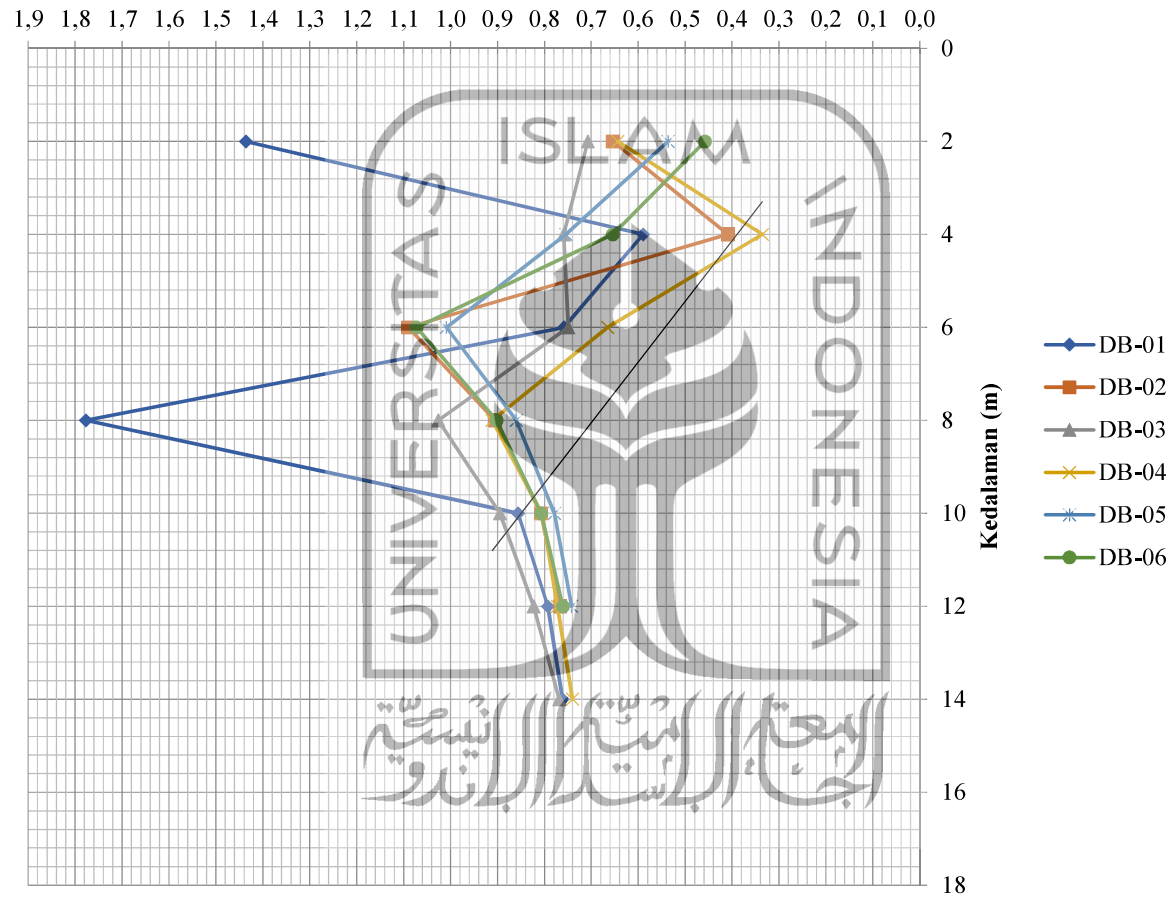
**Gambar 5.15 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-11)**

Berdasarkan hasil perhitungan dari 6 titik landasan pacu dari data SPT di titik DB-01, DB-02, DB-03, DB-04, DB-05, DB-06 dan CPT di titik CPT-01, CPT-02, CPT-03, CPT-07, CPT-09, CPT-11 sebelum dilakukan pemadatan diatas dapat diperoleh hasil bahwa terdapat potensi terjadinya likuifaksi pada Proyek Pembangunan *New Yogyakarta International Airport* (NYIA). Terdapat 5 garis tinjauan pada grafik hasil pengolahan data, yaitu garis berwarna biru tua menggambarkan nilai CSR, garis berwarna jingga menggambarkan nilai CRR, garis berwarna abu-abu menggambarkan nilai FS, garis berwarna biru muda menggambarkan nilai muka air tanah pada titik tersebut, dan garis kuning menggambarkan faktor keamanan. Apabila garis berwarna abu-abu yakni yang menunjukkan nilai FS tidak melebihi garis berwarna kuning, yakni garis faktor keamanan, berarti menunjukkan bahwa adanya potensi terjadi likuifaksi di daerah tersebut. Namun sebaliknya, jika garis berwarna abu-abu yakni yang menunjukkan nilai FS melebihi garis berwarna kuning, yakni garis faktor keamanan, berarti menunjukkan bahwa adanya potensi terjadi likuifaksi di daerah tersebut.

Jika melihat dari jenis tanah di lokasi Proyek Pembangunan *New Yogyakarta International Airport* (NYIA) termasuk jenis tanah berpasir yang berarti tanah tersebut memiliki gradasi butiran yang kurang baik. Selain itu jika dilihat dari nilai  $(N_1)_{60}$  maka pada setiap titik mempunyai nilai  $< 30$  yang menurut Youd T.L dan Idriss jika nilai  $(N_1)_{60}$  maka tanah tersebut rentan terhadap likuifaksi dan tanah tersebut tidak kuat menahan beban seismik.

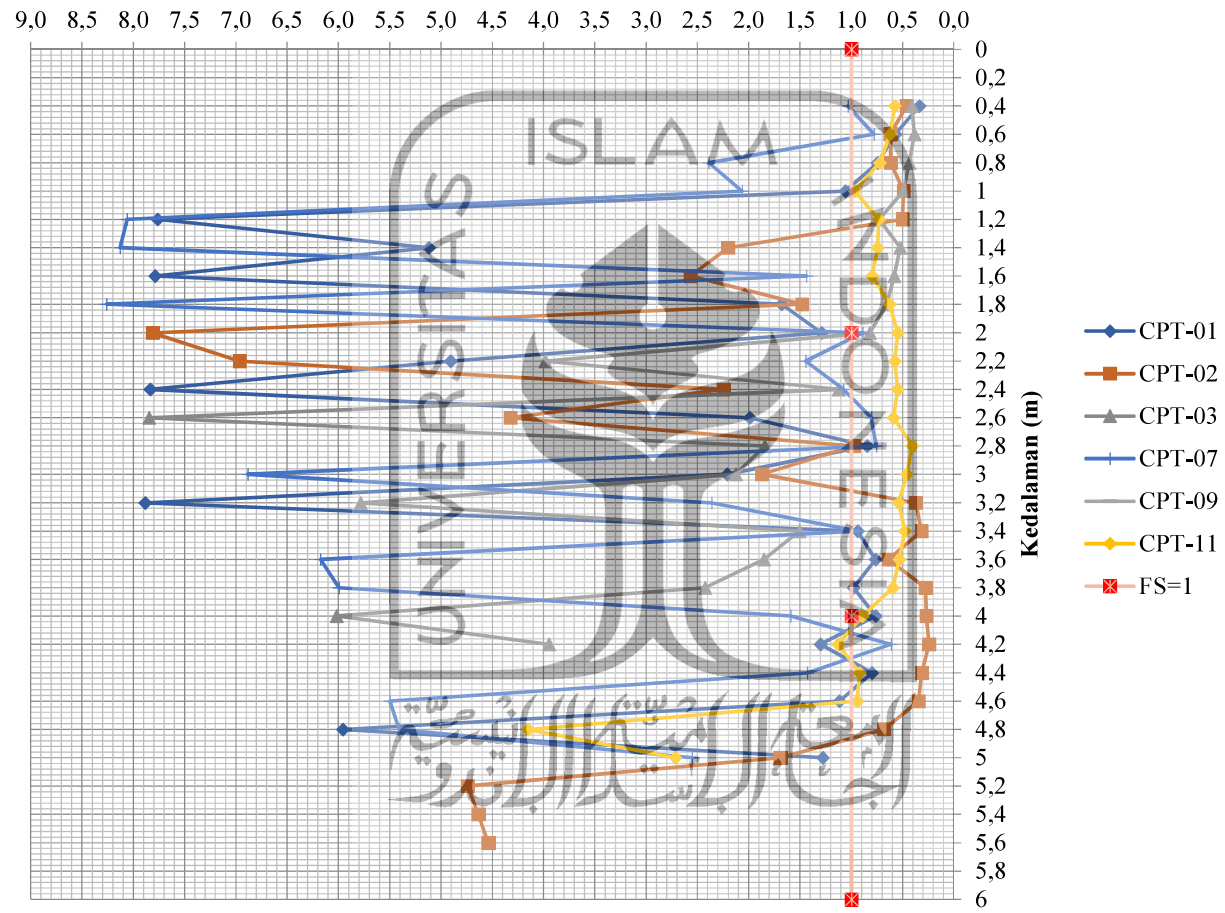
Pada 6 titik yang telah ditinjau untuk dianalisis dengan menggunakan data SPT dapat diketahui bahwa seluruh titik berpotensi terjadinya likuifaksi, yaitu DB-01, DB-02, DB-03, DB-04, DB-05, DB-06. Namun terdapat beberapa kedalaman lapisan tanah pada titik tinjauan yang memiliki nilai  $(N_1)_{60} \geq 30$  sehingga diklasifikasikan sebagai tanah yang tidak memiliki potensi likuifaksi.

Pada 6 titik yang telah ditinjau untuk dianalisis dengan menggunakan data CPT dapat diketahui bahwa seluruh titik berpotensi terjadinya likuifaksi, yaitu CPT-01, CPT-2, CPT-03, CPT-07, CPT-09, CPT-11. Namun terdapat beberapa kedalaman lapisan tanah dari masing-masing keenam titik tersebut yang memiliki nilai  $FS < 1$  sehingga tidak memiliki potensi likuifaksi.



Gambar 5.16 Grafik FS vs Kedalaman Berdasarkan Nilai SPT





Gambar 5.17 Grafik FS vs Kedalaman Berdasarkan Nilai CPT

## 5.2 Analisis Potensi Likuifaksi Setelah Pemadatan

### 5.2.1 Data Tanah

Berdasarkan data Uji Lapangan yang didapatkan oleh Menard, diperoleh data SPT terbaru setelah dilaksanakan pemadatan dengan metode *Dynamic Compaction*.

Titik tinjauan *deep bore* pada landasan pacu terdapat 6 titik yaitu DB-01, DB-02, DB-03, DB-04, DB-05, DB-06. Detail lokasi setiap titik *deep bore* pada landasan pacu dapat dilihat pada Lampiran 9 dan data tanah pada setiap titik *deep bore* dapat dilihat pada Tabel 5.28 berikut ini.

**Tabel 5.28 Data SPT**

No.	Bore Hole	Koordinat		Kedalaman (m)	MAT (m)
		X	Y		
1	DB-01	397818	9125420	14	3,2
2	DB-02	397540	9125519	12	2,7
3	DB-03	937246	9125626	14	3,77
4	DB-04	396961	9125732	14	2,7
5	DB-05	396695	9125825	12	2,2
6	DB-06	396334	9125937	12	2,4

(Sumber : PPBIY, 2017)

Titik tinjauan sondir diambil sebanyak 6 titik yaitu CPT-01, CPT-02, CPT-03, CPT-07, CPT-09, CPT-11. Letak lokasi setiap sampel titik sondir dapat dilihat pada Lampiran 10 dan data tanah pada setiap titik dapat dilihat pada Tabel 5.29 berikut ini.

**Tabel 5.29 Data CPT**

No.	Bore Hole	Kedalaman	MAT
		(m)	(m)
1	CPT-01	5	4,4
2	CPT-02	5,8	5,2
3	CPT-03	4,4	4,2
4	CPT-07	4,4	5
5	CPT-09	5,2	4,8
6	CPT-11	5,2	5

(Sumber : PPBIY, 2017)

### 5.2.2 Analisis Data SPT

Perhitungan *Bore Hole* DB-01. Data dapat dilihat pada Lampiran 5.

Data Umum :

Kedalaman lapisan (z) : 10 meter

Muka air tanah : 2,7 meter

$a_{max}$  : 0,4 g

Percepatan gravitasi (g) : 9,81 m/s<sup>2</sup>

Berat volume air ( $\gamma_w$ ) : 9,81 kN/m<sup>3</sup>

#### 1. Perhitungan tegangan efektif ( $\sigma_1$ )

##### a. Lapisan 1

$$\begin{aligned} \text{Tegangan total } (\sigma_1) &= h \times \gamma \\ &= 0,65 \times 12,438 \\ &= 8,0847 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Tekanan angka pori (u)} = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan efektif } (\sigma_1') &= \sigma - u \\ &= 8,0847 - 0 \\ &= 8,0847 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

##### b. Lapisan 2

$$\begin{aligned} \text{Tegangan total } (\sigma_2) &= \sigma_1 + (h \times \gamma) \\ &= 8,0847 + (1 \times 12,438) \\ &= 20,5227 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Tekanan angka pori (u)} = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan efektif } (\sigma_2') &= \sigma - u \\ &= 20,5227 - 0 \\ &= 20,5227 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

##### c. Lapisan 3

$$\begin{aligned} \text{Tegangan total } (\sigma_3) &= \sigma_2 + (h \times \gamma) \\ &= 20,5227 + (1 \times 12,438) \\ &= 32,9607 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Tekanan angka pori (u)} = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan efektif } (\sigma_3') &= \sigma - u \\
 &= 32,9607 - 0 \\
 &= 32,9607 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

d. Lapisan 4

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan total } (\sigma_4) &= \sigma_3 + (h \times \gamma) \\
 &= 32,9607 + (1 \times 13,711) \\
 &= 46,6717 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tekanan angka pori } (u) &= h \times \gamma_w \\
 &= 0,95 \times 9,81 \\
 &= 9,4195 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan efektif } (\sigma_4') &= \sigma - u \\
 &= 46,6717 - 9,4195 \\
 &= 37,2522 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

e. Lapisan 5

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan total } (\sigma_5) &= \sigma_4 + (h \times \gamma) \\
 &= 46,6717 + (1 \times 13,711) \\
 &= 60,3827 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tekanan angka pori } (u) &= h \times \gamma_w \\
 &= 1,95 \times 9,81 \\
 &= 19,1295 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan efektif } (\sigma_5') &= \sigma - u \\
 &= 60,3827 - 19,1295 \\
 &= 41,2532 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

f. Lapisan 6

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan total } (\sigma_6) &= \sigma_5 + (h \times \gamma) \\
 &= 60,3827 + (1 \times 14,984) \\
 &= 75,3667 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tekanan angka pori } (u) &= h \times \gamma_w \\
 &= 2,95 \times 9,81 \\
 &= 28,9395 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Tegangan efektif } (\sigma_6') = \sigma - u$$

$$= 75,3667 - 28,9395$$

$$= 46,4272 \text{ kN/m}^2$$

g. Lapisan 7

$$\begin{aligned} \text{Tegangan total } (\sigma_7) &= \sigma_6 + (h \times \gamma) \\ &= 75,3667 + (1 \times 90,3507) \\ &= 90,3507 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan angka pori } (u) &= hw \times \gamma_w \\ &= 3,95 \times 9,81 \\ &= 38,7495 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan efektif } (\sigma_7') &= \sigma - u \\ &= 90,3507 - 38,7495 \\ &= 51,6012 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

h. Lapisan 8

$$\begin{aligned} \text{Tegangan total } (\sigma_8) &= \sigma_7 + (h \times \gamma) \\ &= 90,3507 + (1 \times 13,086) \\ &= 103,4367 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan angka pori } (u) &= hw \times \gamma_w \\ &= 4,95 \times 9,81 \\ &= 48,5595 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan efektif } (\sigma_8') &= \sigma - u \\ &= 103,4367 - 48,5595 \\ &= 54,8772 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

i. Lapisan 9

$$\begin{aligned} \text{Tegangan total } (\sigma_9) &= \sigma_8 + (h \times \gamma) \\ &= 103,4367 + (1 \times 13,086) \\ &= 116,5227 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan angka pori } (u) &= hw \times \gamma_w \\ &= 5,95 \times 9,81 \\ &= 58,3695 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan efektif } (\sigma_9') &= \sigma - u \\ &= 116,5227 - 58,3695 \end{aligned}$$

$$= 58,1532 \text{ kN/m}^2$$

j. Lapisan 10

$$\begin{aligned} \text{Tegangan total } (\sigma_8) &= \sigma_9 + (h \times \gamma) \\ &= 116,5227 + (1 \times 13,086) \\ &= 129,6087 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan angka pori } (u) &= h_w \times \gamma_w \\ &= 6,95 \times 9,81 \\ &= 68,1795 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan efektif } (\sigma_8') &= \sigma - u \\ &= 129,6087 - 68,1795 \\ &= 61,4292 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

2. Perhitungan nilai reduksi tegangan (rd)

Koefisien reduksi tegangan menunjukkan fleksibilitas profil tanah. Untuk menghitung harga rerata dari rd (Whitmann, 1986)

Syarat :

$$rd = 1,0 - 0,00765z \quad (\text{untuk } z \leq 9,15 \text{ m})$$

$$rd = 1,174 - 0,0267z \quad (\text{untuk } 9,15 < z \leq 23 \text{ m})$$

a. Lapisan 1

$$\begin{aligned} rd &= 1,0 - 0,00765 \times z \\ &= 1,0 - 0,00765 \times 0,65 \\ &= 0,99503 \end{aligned}$$

b. Lapisan 2

$$\begin{aligned} rd &= 1,0 - 0,00765 \times z \\ &= 1,0 - 0,00765 \times 1,65 \\ &= 0,98738 \end{aligned}$$

c. Lapisan 3

$$\begin{aligned} rd &= 1,0 - 0,00765 \times z \\ &= 1,0 - 0,00765 \times 2,65 \\ &= 0,97973 \end{aligned}$$

d. Lapisan 4

$$rd = 1,0 - 0,00765 \times z$$

$$= 1,0 - 0,00765 \times 3,65$$

$$= 0,972$$

e. Lapisan 5

$$rd = 1,0 - 0,00765 \times z$$

$$= 1,0 - 0,00765 \times 4,65$$

$$= 0,96443$$

f. Lapisan 6

$$rd = 1,0 - 0,00765 \times z$$

$$= 1,0 - 0,00765 \times 5,65$$

$$= 0,95678$$

g. Lapisan 7

$$rd = 1,0 - 0,00765 \times z$$

$$= 1,0 - 0,00765 \times 6,65$$

$$= 0,94913$$

h. Lapisan 8

$$rd = 1,0 - 0,00765 \times z$$

$$= 1,0 - 0,00765 \times 7,65$$

$$= 0,94148$$

i. Lapisan 9

$$rd = 1,0 - 0,00765 \times z$$

$$= 1,0 - 0,00765 \times 8,85$$

j. Lapisan 10

$$rd = 1,174 - 0,0267 \times z$$

$$= 1,174 - 0,0267 \times 6,65$$

$$= 0,91634$$

3. Perhitungan nilai *Cyclic Stress Ratio* (CSR)

Seed dan Idriss (1971) merumuskan suatu persamaan sebagai berikut:

$$CSR = \left( \frac{\tau_{av}}{\sigma_{vo}} \right) = 0,65 \left( \frac{amax}{g} \right) \left( \frac{\sigma_{vo}}{\sigma_{vo1}} \right) rd$$

keterangan:

$a_{max}$  : percepatan gempa arah horizontal

$g$  : percepatan gravitasi

$\sigma_v$  : tegangan total dan tegangan efektif

$r_d$  : koefisien reduksi tegangan

a. Lapisan 1

$$\begin{aligned} CSR &= 0,65 \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \left( \frac{\sigma_{v1}}{\sigma_{v1'}} \right) r_d \\ &= 0,65 \times (0,4) \left( \frac{8,0847}{8,0847} \right) \times 0,99503 \\ &= 0,2587 \end{aligned}$$

b. Lapisan 2

$$\begin{aligned} CSR &= 0,65 \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \left( \frac{\sigma_{v2}}{\sigma_{v2'}} \right) r_d \\ &= 0,65 \times (0,4) \times \left( \frac{20,5227}{20,5227} \right) \times 0,98738 \\ &= 0,2567 \end{aligned}$$

c. Lapisan 3

$$\begin{aligned} CSR &= 0,65 \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \left( \frac{\sigma_{v3}}{\sigma_{v3'}} \right) r_d \\ &= 0,65 \times (0,4) \times \left( \frac{32,9607}{32,9607} \right) \times 0,97973 \\ &= 0,2547 \end{aligned}$$

d. Lapisan 4

$$\begin{aligned} CSR &= 0,65 \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \left( \frac{\sigma_{v4}}{\sigma_{v4'}} \right) r_d \\ &= 0,65 \times (0,4) \times \left( \frac{46,6717}{37,3522} \right) \times 0,972 \\ &= 0,3158 \end{aligned}$$

e. Lapisan 5

$$CSR = 0,65 \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \left( \frac{\sigma_{v5}}{\sigma_{v5'}} \right) r_d$$



$$= 0,65 \times (0,4) \times \left( \frac{60,3827}{41,2532} \right) \times 0,96443$$

$$= 0,3670$$

f. Lapisan 6

$$CSR = 0,65 \left( \frac{amax}{g} \right) \left( \frac{\sigma v5}{\sigma v5'} \right) rd$$

$$= 0,65 \times (0,4) \times \left( \frac{75,3667}{46,4272} \right) \times 0,95678$$

$$= 0,4038$$

g. Lapisan 7

$$CSR = 0,65 \left( \frac{amax}{g} \right) \left( \frac{\sigma v6}{\sigma v6'} \right) rd$$

$$= 0,65 \times (0,4) \times \left( \frac{90,3507}{51,6012} \right) \times 0,94913$$

$$= 0,4321$$

h. Lapisan 8

$$CSR = 0,65 \left( \frac{amax}{g} \right) \left( \frac{\sigma v8}{\sigma v8'} \right) rd$$

$$= 0,65 \times (0,4) \times \left( \frac{103,4367}{54,8772} \right) \times 0,94148$$

$$= 0,4614$$

i. Lapisan 9

$$CSR = 0,65 \left( \frac{amax}{g} \right) \left( \frac{\sigma v9}{\sigma v9'} \right) rd$$

$$= 0,65 \times (0,4) \times \left( \frac{116,5227}{58,1532} \right) \times 0,93383$$

$$= 0,4865$$

j. Lapisan 10

$$CSR = 0,65 \left( \frac{amax}{g} \right) \left( \frac{\sigma v10}{\sigma v10'} \right) rd$$

$$= 0,65 \times (0,4) \times \left( \frac{129,6087}{61,4292} \right) \times 0,91634$$

$$= 0,5027$$

4. Perhitungan nilai *Cyclic Resistance Ratio* (CRR)

Nilai CRR dapat dihitung dengan persamaan berikut:

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

keterangan:

$(N_1)_{60}$  : nilai N SPT yang dikoreksi terhadap prosedur pengujian lapangan

Persamaan tersebut valid untuk  $(N_1)_{60} < 30$ . Untuk  $(N_1)_{60} \geq 30$ , tanah halus terlalu padat untuk terjadi likuifaksi dan diklasifikasikan sebagai tanah yang tidak dapat terlikuifaksi. Sebelum memasuki rumus utama dari CRR terlebih dahulu harus menghitung nilai  $(N_1)_{60}$  menggunakan faktor-faktor koreksi yang terdapat di Tabel 5.30 serta persamaan berikut ini:

**Tabel 5.30 Faktor Koreksi Uji SPT**

Faktor	Variabel Alat	Simbol	Koreksi
Tegangan Total	-----	$C_N$	$\left(\frac{Pa}{\sigma_{vo}'}\right)^{0,5}$
	-----	$C_N$	$C_n$
Rasio Energi	Hammer Donat	$C_E$	0,5 - 1,0
	Safety Hammer	$C_E$	0,7 - 1,2
	Automatic Hammer	$C_E$	0,8 - 1,3
Diameter Lubang	65 - 115 mm	$C_B$	1
	150 mm	$C_B$	1,05
	200 mm	$C_B$	1,15
Panjang Rod	< 3 m	$C_R$	0,75
	3 - 4 m	$C_R$	0,8
	4 - 6 m	$C_R$	0,85
	6 - 10 m	$C_R$	0,95
	10 - 30 m	$C_R$	1
Metode Sampling	Sampler Standard	$C_S$	1
	Sampler Standard	$C_S$	1,1 - 1,3

(Sumber : Skempton 1986 ditulis kembali oleh Robertson dan Wride, 1998)

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

keterangan:

$N_m$  : faktor nilai SPT terukur

$C_N$  : faktor untuk menormalisasi  $N_m$

$C_E$  : faktor koreksi energi hammer (ER)

- $C_B$  : faktor koreksi lubang bor  
 $C_R$  : faktor koreksi panjang batang  
 $C_S$  : faktor koreksi sampler

diketahui:

Faktor rasio energi ( $C_E$ ) : 1,2 (*Automatic Hammer*)

Faktor diameter lubang ( $C_B$ ) : 1

Faktor panjang rod ( $C_R$ ) : 0,85

Faktor metode sampling ( $C_S$ ) : 1

a. Lapisan 1

$$\begin{aligned}
 (N_1)_{60} &= N_M \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\
 &= (N \times C_N) \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\
 &= \left\{ N \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{\sigma_{lv0}}{PA}} \right) \right\} \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\
 &= \left\{ 19 \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{8,0847}{101,325}} \right) \right\} \times 1,2 \times 1 \times 0,85 \times 1 \\
 &= 32,9460 \\
 CRR &= \frac{1}{34 - (N_1)_{60}} + \frac{(N_1)_{60}}{135} + \frac{50}{(10 \times (N_1)_{60} + 45)^2} - \frac{1}{200} \\
 &= \frac{1}{34 - 32,9460} + \frac{32,9460}{135} + \frac{50}{(10 \times 32,9460 + 45)^2} - \frac{1}{200} \\
 &= 1,1882
 \end{aligned}$$

b. Lapisan 2

$$\begin{aligned}
 (N_1)_{60} &= N_M \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\
 &= (N \times C_N) \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\
 &= \left\{ N \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{\sigma_{lv0}}{PA}} \right) \right\} \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\
 &= \left\{ 27 \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{20,5227}{101,325}} \right) \right\} \times 1,2 \times 1 \times 0,85 \times 1 \\
 &= 43,1987 \\
 CRR &= \frac{1}{34 - (N_1)_{60}} + \frac{(N_1)_{60}}{135} + \frac{50}{(10 \times (N_1)_{60} + 45)^2} - \frac{1}{200} \\
 &= \frac{1}{34 - 43,1987} + \frac{43,1987}{135} + \frac{50}{(10 \times 43,1987 + 45)^2} - \frac{1}{200}
 \end{aligned}$$

$$= 0,2065$$

c. Lapisan 3

$$\begin{aligned} (N_1)60 &= N_M \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\ &= (N \times C_N) \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\ &= \left\{ N \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{\sigma'v_0}{PA}} \right) \right\} \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\ &= \left\{ 26 \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{32,9607}{101,325}} \right) \right\} \times 1,2 \times 1 \times 0,85 \times 1 \\ &= 38,2509 \\ \text{CRR} &= \frac{1}{34 - (N_1)60} + \frac{(N_1)60}{135} + \frac{50}{(10 \times (N_1)60 + 45)^2} - \frac{1}{200} \\ &= \frac{1}{34 - 38,2509} + \frac{38,2509}{135} + \frac{50}{(10 \times 38,2509 + 45)^2} - \frac{1}{200} \\ &= 0,0434 \end{aligned}$$

d. Lapisan 4

$$\begin{aligned} (N_1)60 &= N_M \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\ &= (N \times C_N) \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\ &= \left\{ N \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{\sigma'v_0}{PA}} \right) \right\} \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\ &= \left\{ 28 \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{37,3522}{101,325}} \right) \right\} \times 1,2 \times 1 \times 0,85 \times 1 \\ &= 40,0551 \\ \text{CRR} &= \frac{1}{34 - (N_1)60} + \frac{(N_1)60}{135} + \frac{50}{(10 \times (N_1)60 + 45)^2} - \frac{1}{200} \\ &= \frac{1}{34 - 40,0551} + \frac{40,0551}{135} + \frac{50}{(10 \times 40,0551 + 45)^2} - \frac{1}{200} \\ &= 0,1268 \end{aligned}$$

e. Lapisan 5

$$\begin{aligned} (N_1)60 &= N_M \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\ &= (N \times C_N) \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\ &= \left\{ N \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{\sigma'v_0}{PA}} \right) \right\} \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\ &= \left\{ 32 \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{41,2532}{101,325}} \right) \right\} \times 1,2 \times 1 \times 0,85 \times 1 \end{aligned}$$

$$= 44,0551$$

$$\begin{aligned} \text{CRR} &= \frac{1}{34-(N1)60} + \frac{(N1)60}{135} + \frac{50}{(10 \times (N1)60+4)^2} - \frac{1}{200} \\ &= \frac{1}{34-4,0551} + \frac{44,0551}{135} + \frac{50}{(10 \times 44,0551+4)^2} - \frac{1}{200} \\ &= 0,2325 \end{aligned}$$

f. Lapisan 6

$$\begin{aligned} (N1)60 &= N_M \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\ &= (N \times C_N) \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\ &= \left\{ N \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{\sigma_{tvo}}{PA}} \right) \right\} \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\ &= \left\{ 50 \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{46,4272}{101,325}} \right) \right\} \times 1,2 \times 1 \times 0,85 \times 1 \\ &= 67,6637 \\ \text{CRR} &= \frac{1}{34-(N1)60} + \frac{(N1)60}{135} + \frac{50}{(10 \times (N1)60+4)^2} - \frac{1}{200} \\ &= \frac{1}{34-6,6637} + \frac{67,6637}{135} + \frac{50}{(10 \times 67,6637+4)^2} - \frac{1}{200} \\ &= 0,4666 \end{aligned}$$

g. Lapisan 7

$$\begin{aligned} (N1)60 &= N_M \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\ &= (N \times C_N) \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\ &= \left\{ N \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{\sigma_{tvo}}{PA}} \right) \right\} \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\ &= \left\{ 50 \times \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{51,6012}{101,325}} \right) \right\} \times 1,2 \times 1 \times 0,85 \times 1 \\ &= 65,6432 \\ \text{CRR} &= \frac{1}{34-(N1)60} + \frac{(N1)60}{135} + \frac{50}{(10 \times (N1)60+4)^2} - \frac{1}{200} \\ &= \frac{1}{34-65,6432} + \frac{65,6432}{135} + \frac{50}{(10 \times 65,6432+4)^2} - \frac{1}{200} \\ &= 0,4497 \end{aligned}$$

h. Lapisan 8

$$\begin{aligned} (N1)60 &= N_M \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \\ &= (N \times C_N) \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \left\{ N x \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{\sigma/v_0}{PA}} \right) \right\} x C_E x C_B x C_R x C_S \\
&= \left\{ 50 x \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{54,8772}{101,325}} \right) \right\} x 1,2 x 1 x 0,85 x 1 \\
&= 64,4237
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
CRR &= \frac{1}{34 - (N1)60} + \frac{(N1)60}{135} + \frac{50}{(10 x (N1)60 + 45)^2} - \frac{1}{200} \\
&= \frac{1}{34 - 6,4237} + \frac{64,4237}{135} + \frac{50}{(10 x 64,4237 + 45)^2} - \frac{1}{200} \\
&= 0,4394
\end{aligned}$$

i. Lapisan 9

$$\begin{aligned}
(N1)60 &= N_M x C_E x C_B x C_R x C_S \\
&= (N x C_N) x C_E x C_B x C_R x C_S \\
&= \left\{ N x \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{\sigma/v_0}{PA}} \right) \right\} x C_E x C_B x C_R x C_S \\
&= \left\{ 50 x \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{58,1532}{101,325}} \right) \right\} x 1,2 x 1 x 0,85 x 1 \\
&= 63,2495
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
CRR &= \frac{1}{34 - (N1)60} + \frac{(N1)60}{135} + \frac{50}{(10 x (N1)60 + 4)^2} - \frac{1}{200} \\
&= \frac{1}{34 - 6,2495} + \frac{63,2495}{135} + \frac{50}{(10 x 63,2495 + )^2} - \frac{1}{200} \\
&= 0,4294
\end{aligned}$$

j. Lapisan 10

$$\begin{aligned}
(N1)60 &= N_M x C_E x C_B x C_R x C_S \\
&= (N x C_N) x C_E x C_B x C_R x C_S \\
&= \left\{ N x \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{\sigma/v_0}{PA}} \right) \right\} x C_E x C_B x C_R x C_S \\
&= \left\{ 50 x \left( \frac{2,2}{1,2 + \frac{61,4292}{101,325}} \right) \right\} x 1,2 x 1 x 0,85 x 1 \\
&= 62,1173
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
CRR &= \frac{1}{34 - (N1)60} + \frac{(N1)60}{135} + \frac{50}{(10 x (N1)60 + 4)^2} - \frac{1}{200} \\
&= \frac{1}{34 - 62,1173} + \frac{62,1173}{135} + \frac{50}{(10 x 62,1173 + 45)^2} - \frac{1}{200}
\end{aligned}$$

$$= 0,4197$$

### 5. Perhitungan nilai FS

FS adalah nilai yang menunjukkan potensi likuifaksi pada umumnya dituliskan dengan  $FS = \frac{CRR}{CSR}$ , dimana:

Jika  $FS = \frac{CRR}{CSR} < 1$  berarti terjadi likuifaksi

Jika  $FS = \frac{CRR}{CSR} > 1$  berarti kondisi kritis

Jika  $FS = \frac{CRR}{CSR} > 1$  berarti tidak terjadi likuifaksi

a. Lapisan 1

$$\begin{aligned} FS &= \frac{CRR}{CSR} \\ &= \frac{1,1882}{0,2587} \\ &= 4,5927 \text{ (tidak terjadi likuifaksi)} \end{aligned}$$

b. Lapisan 2

$$\begin{aligned} FS &= \frac{CRR}{CSR} \\ &= \frac{0,2065}{0,2567} \\ &= 0,8044 \text{ (tidak terjadi likuifaksi)} \end{aligned}$$

c. Lapisan 3

$$\begin{aligned} FS &= \frac{CRR}{CSR} \\ &= \frac{0,0434}{0,2547} \\ &= 0,1703 \text{ (tidak terjadi likuifaksi)} \end{aligned}$$

d. Lapisan 4

$$\begin{aligned} FS &= \frac{CRR}{CSR} \\ &= \frac{0,1268}{0,3158} \\ &= 0,4015 \text{ (tidak terjadi likuifaksi)} \end{aligned}$$

e. Lapisan 5

$$\begin{aligned}
 FS &= \frac{CRR}{CSR} \\
 &= \frac{0,2325}{0,3670} \\
 &= 0,6336 \text{ (tidak terjadi likuifaksi)}
 \end{aligned}$$

f. Lapisan 6

$$\begin{aligned}
 FS &= \frac{CRR}{CSR} \\
 &= \frac{0,4666}{0,4038} \\
 &= 1,1555 \text{ (tidak terjadi likuifaksi)}
 \end{aligned}$$

g. Lapisan 7

$$\begin{aligned}
 FS &= \frac{CRR}{CSR} \\
 &= \frac{0,4497}{0,4321} \\
 &= 1,0409 \text{ (tidak terjadi likuifaksi)}
 \end{aligned}$$

h. Lapisan 8

$$\begin{aligned}
 FS &= \frac{CRR}{CSR} \\
 &= \frac{0,4394}{0,4614} \\
 &= 0,9524 \text{ (tidak terjadi likuifaksi)}
 \end{aligned}$$

i. Lapisan 9

$$\begin{aligned}
 FS &= \frac{CRR}{CSR} \\
 &= \frac{0,4294}{0,4865} \\
 &= 0,8827 \text{ (tidak terjadi likuifaksi)}
 \end{aligned}$$

j. Lapisan 10

$$\begin{aligned}
 FS &= \frac{CRR}{CSR} \\
 &= \frac{0,4197}{0,5027} \\
 &= 0,8349 \text{ (tidak terjadi likuifaksi)}
 \end{aligned}$$



Berikut hasil dari pengolahan data SPT yang berisikan perhitungan potensi likuifaksi dengan menggunakan program *Microsoft Excel* dalam bentuk tabel dan grafik. Hasil dalam bentuk grafik berisikan sumbu x yang terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji *bore hole* pada SPT.

a. *Bore Hole* DB-01

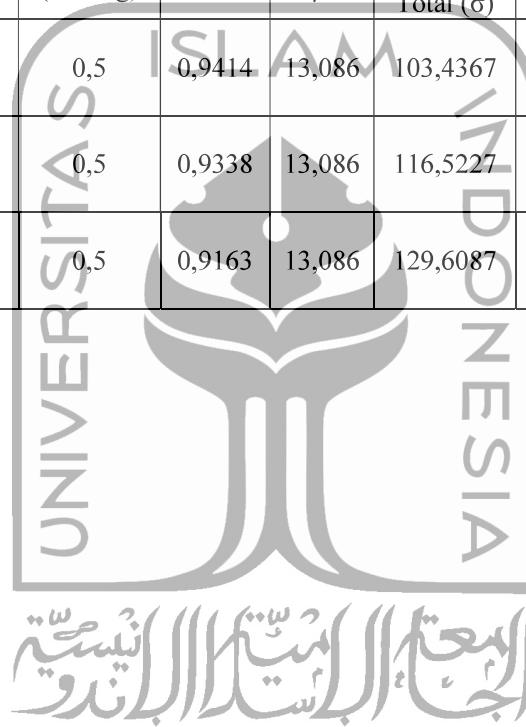
Perhitungan potensi likuifaksi pada titik *Bore Hole* DB-01 dapat dilihat pada Tabel 5.31, Tabel 5.32, Tabel 5.33 dan Gambar 5.22 berikut ini.

**Tabel 5.31 Perhitungan CSR DB-01**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi	Jenis Tanah	(amax/g)	rd	$\gamma_d$	Tegangan Total ( $\sigma$ )	Angka Pori (u)	Tegangan efektif ( $\sigma'$ )	( $\sigma/\sigma'$ )	CSR
1	0,65	1	fine SAND	0,5	0,9950	12,438	8,0847	0	8,0847	1	0,2587
2	1,65	1	fine SAND	0,5	0,9873	12,438	20,5227	0	20,5227	1	0,2567
3	2,65	1	fine SAND	0,5	0,9797	12,438	32,9607	0	32,9607	1	0,2547
4	3,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,972	13,711	46,6717	9,3195	32,9607	1,4159	0,3158
5	4,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,9644	13,711	60,3827	19,1295	41,2532	1,4637	0,3670
6	5,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,9567	14,984	75,3667	28,9395	46,4272	1,6233	0,4038
7	6,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,9491	14,984	90,3507	38,7495	51,6012	1,7509	0,4321

Lanjutan Tabel 5.31 Perhitungan CSR DB-01

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi	Jenis Tanah	(amax/g)	rd	$\gamma_d$	Tegangan Total ( $\sigma$ )	Angka Pori (u)	Tegangan efektif ( $\sigma'$ )	( $\sigma/\sigma'$ )	CSR
8	7,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,9414	13,086	103,4367	48,5595	54,8772	1,88487	0,0000
9	8,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,9338	13,086	116,5227	58,3695	58,1532	2,00371	0,4614
10	9,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,9163	13,086	129,6087	68,1795	61,4292	2,10988	0,0000



**Tabel 5.32 Perhitungan CRR DB-01**

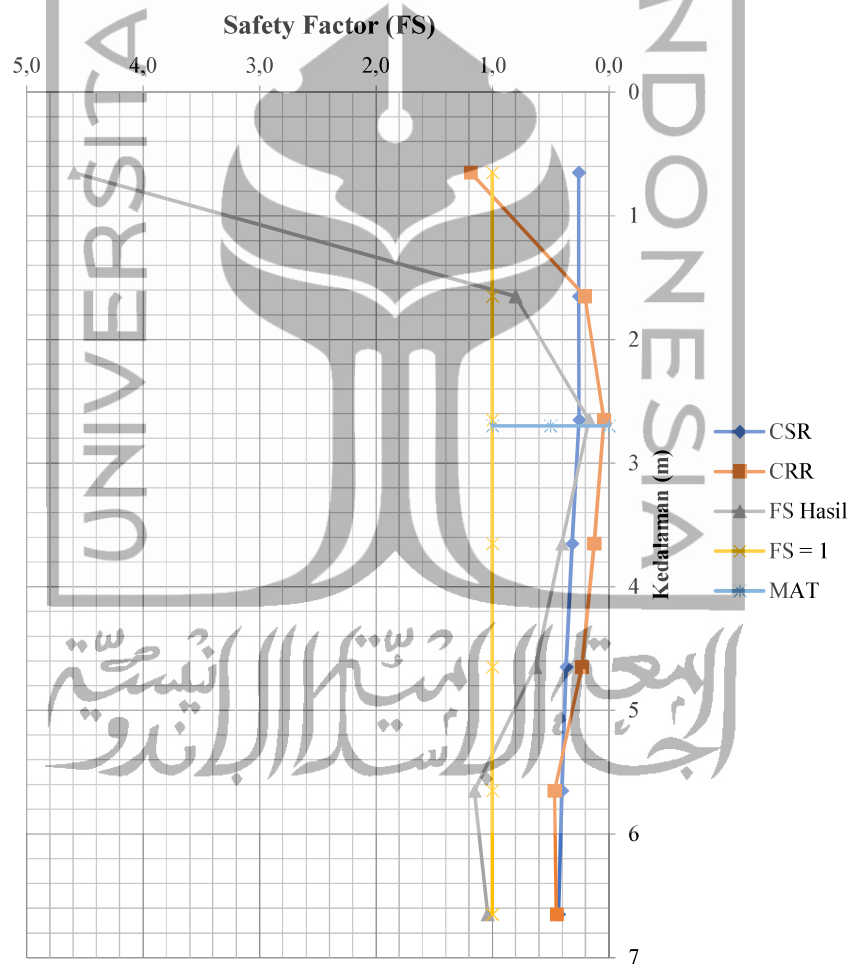
Lapisan	Kedalaman (m)	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah	N-SPT		Faktor koreksi (N1)60					(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	CRR
						C <sub>n</sub>	C <sub>e</sub>	C <sub>b</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>s</sub>		
1	0,65	1	fine SAND	19	30	1,7	1,2	1	0,85	1	32,946	1,1882
2	1,65	1	fine SAND	27	30	1,568579	1,2	1	0,85	1	43,19867	0,2065
3	2,65	1	fine SAND	26	30	1,442342	1,2	1	0,85	1	38,25092	0,0434
4	3,65	1	medium SAND, dense to very dense	28	30	1,402491	1,2	1	0,85	1	40,05514	0,1268
5	4,65	1	medium SAND, dense to very dense	32	30	1,368894	1,2	1	0,85	1	44,68068	0,2325
6	5,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	27	1,326739	1,2	1	0,85	1	67,6637	0,4666
7	6,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	25	1,287104	1,2	1	0,85	1	65,6423	0,4497
8	7,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	28	1,263209	1,2	1	0,85	1	64,4237	0,4394
9	8,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	26	1,240186	1,2	1	0,85	1	63,2495	0,4294
10	9,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	25	1,217987	1,2	1	0,85	1	62,1173	0,4197

**Tabel 5.33 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-01**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah (m)	CSR	CRR	FS	FS = 1	STATUS
1	0,65	1	fine SAND	0,2587	1,1882	4,5927	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
2	1,65	1	fine SAND	0,2567	0,2065	0,8044	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
3	2,65	1	fine SAND	0,2547	0,0434	0,1703	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
4	3,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,3158	0,1268	0,4015	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
5	4,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,3670	0,2325	0,6336	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
6	5,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,4038	0,4666	1,1555	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
7	6,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,4321	0,4497	1,0409	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
8	7,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,0000	0,4394	0,9524	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
9	8,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,4614	0,4294	0,8827	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
10	9,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,0000	0,4197	0,8349	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi

الجمهورية الإسلامية اندونيسية

Berdasarkan pada hasil perhitungan data SPT setelah pemadatan di titik DB-01 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.18 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji *bore hole* pada SPT. Dimana apabila nilai FS kurang dari 1 menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut mengalami potensi likuifaksi. Pada titik ini seluruh lapisan tanah aman dari dari potensi likuifaksi meskipun di beberapa lapisan tanah didapatkan nilai  $FS < 1$  tetapi nilai  $(N_1)_{60} \geq 30$  sehingga diklasifikasikan sebagai tanah yang tidak dapat terlikuifaksi.



Gambar 5.18 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-01)

b. *Bore Hole* DB-02

Perhitungan potensi likuifaksi pada titik *Bore Hole* DB-02 dapat dilihat pada Tabel 5.34, Tabel 5.35, Tabel 5.36 dan Gambar 5.23 berikut ini.

**Tabel 5.34 Perhitungan CSR DB-02**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi	Jenis Tanah	(amax/g)	rd	$\gamma_d$	Tegangan Total ( $\sigma$ )	Angka Pori (u)	Tegangan efektif ( $\sigma'$ )	( $\sigma/\sigma'$ )	CSR
1	0,65	1	fine SAND	0,5	0,995028	11,494	7,4711	0	7,4711	1	0,2587
2	1,65	1	fine SAND	0,5	0,987378	11,494	18,9651	0	18,9651	1	0,2567
3	2,65	1	fine SAND	0,5	0,979728	11,494	30,4591	0	30,4591	1	0,2547
4	3,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,972	11,494	41,9531	5,3955	30,4591	1,3773	0,2900
5	4,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,964428	13,348	55,3011	15,2055	40,0956	1,3792	0,3458
6	5,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,956778	13,348	68,6491	25,0155	43,6336	1,5733	0,3914
7	6,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,949128	13,348	81,9971	34,8255	47,1716	1,7382	0,4290
8	7,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,941478	13,348	95,3451	44,6355	50,7096	1,8802	0,0000

**Lanjutan Tabel 5.34 Perhitungan CSR DB-02**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi	Jenis Tanah	(amax/g)	rd	$\gamma_d$	Tegangan Total ( $\sigma$ )	Angka Pori (u)	Tegangan efektif ( $\sigma'$ )	( $\sigma/\sigma'$ )	CSR
9	8,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,933828	13,348	108,6931	54,4455	54,2476	2,0036	0,4602
10	9,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,916345	13,348	122,0411	64,2555	57,7856	2,1119	0,0000

**Tabel 5.35 Perhitungan CRR DB-02**

Lapisan	Kedalaman (m)	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah	N-SPT		Faktor koreksi (N1)60					(N1)60	CRR
						Cn	Ce	Cb	Cr	Cs		
1	0,65	1	fine SAND	16	30	1,7	1,2	1	0,85	1	27,744	0,3608
2	1,65	1	fine SAND	24	30	1,585962	1,2	1	0,85	1	38,82434	0,0756
3	2,65	1	fine SAND	25	30	1,466072	1,2	1	0,85	1	37,38485	-0,0232
4	3,65	1	medium SAND, dense to very dense	35	30	1,409538	1,2	1	0,85	1	50,32049	0,3066
5	4,65	1	medium SAND, dense to very dense	32	30	1,378694	1,2	1	0,85	1	45,00058	0,2376
6	5,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	29	1,349172	1,2	1	0,85	1	68,80776	0,4761
7	6,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	19	1,320887	1,2	1	0,85	1	67,3652	0,4641
8	7,65	1	medium SAND, dense to very dense	48	30	1,293764	1,2	1	0,85	1	63,3427	0,4302

**Lanjutan Tabel 5.35 Perhitungan CRR DB-02**

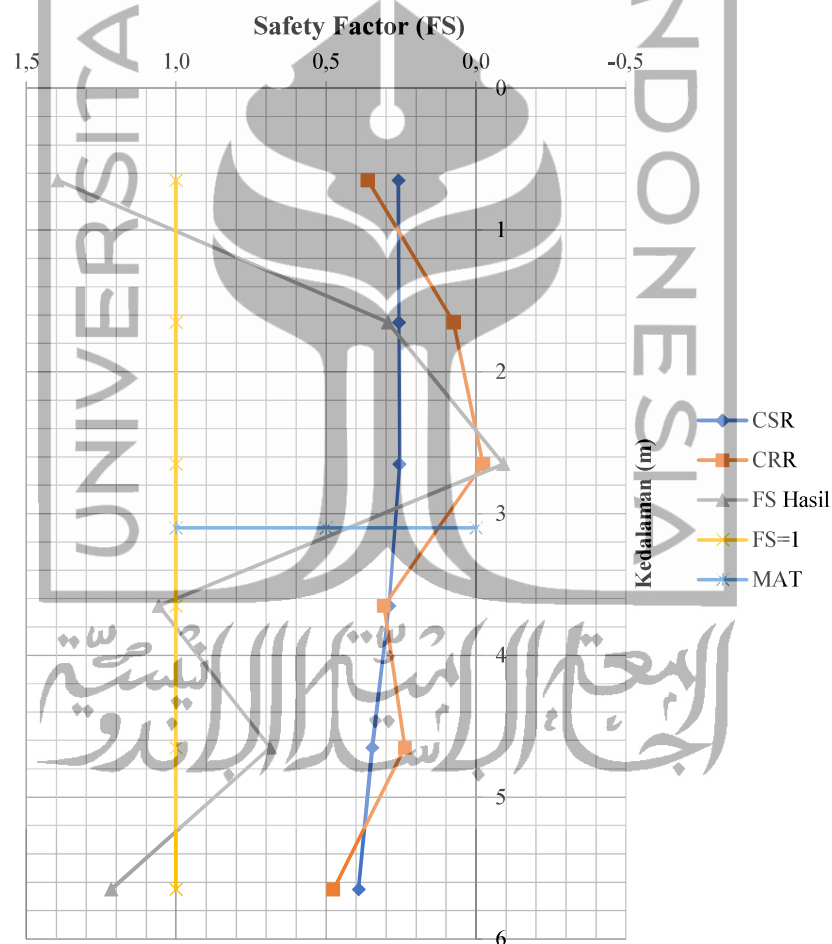
Lapisan	Kedalaman (m)	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah	N-SPT		Faktor koreksi (N1)60					(N1)60	CRR
						Cn	Ce	Cb	Cr	Cs		
9	8,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	29	1,267732	1,2	1	0,85	1	64,6543	0,4414
10	9,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	23	1,242728	1,2	1	0,85	1	63,3791	0,4305

**Tabel 5.36 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-02**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah (m)	CSR	CRR	FS	FS = 1	STATUS
1	0,65	1	fine SAND	0,2587	0,3608	1,3948	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
2	1,65	1	fine SAND	0,2567	0,0756	0,2944	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
3	2,65	1	fine SAND	0,2547	-0,0232	-0,0912	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
4	3,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,2900	0,3066	1,0572	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
5	4,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,3458	0,2376	0,6871	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
6	5,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,3914	0,4761	1,2163	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
7	6,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,4290	0,4641	1,0820	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
8	7,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,0000	0,4302	0,9348	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
9	8,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,4602	0,4414	0,9073	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
10	9,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,0000	0,4305	0,8557	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi



Berdasarkan pada hasil perhitungan data SPT setelah pemadatan di titik DB-02 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.19 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji *bore hole* pada SPT. Dimana apabila nilai FS kurang dari 1 menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut mengalami potensi likuifaksi. Pada titik ini seluruh lapisan tanah aman dari dari potensi likuifaksi meskipun di beberapa lapisan tanah didapatkan nilai  $FS < 1$  tetapi nilai  $(N_1)_{60} \geq 30$  sehingga diklasifikasikan sebagai tanah yang tidak dapat terlikuifaksi.



Gambar 5.19 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-02)

c. *Bore Hole* DB-03

Perhitungan potensi likuifaksi pada titik *Bore Hole* DB-03 dapat dilihat pada Tabel 5.37, Tabel 5.38, Tabel 5.39 dan Gambar 5.24 berikut ini.

**Tabel 5.37 Perhitungan CSR DB-03**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi	Jenis Tanah	(amax/g)	rd	$\gamma_d$	Tegangan Total ( $\sigma$ )	Angka Pori (u)	Tegangan efektif ( $\sigma'$ )	( $\sigma/\sigma'$ )	CSR
1	0,65	1	fine SAND	0,5	0,995028	12,648	8,2212	0	8,2212	1	0,2587
2	1,65	1	fine SAND	0,5	0,987378	12,648	20,8692	0	20,8692	1	0,2567
3	2,65	1	fine SAND	0,5	0,979728	12,648	33,5172	0	33,5172	1	0,2547
4	3,65	1	fine SAND	0,5	0,972	12,648	46,1652	7,3575	33,5172	1,3773	0,3007
5	4,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,964428	13,194	59,3592	17,1675	42,1917	1,4068	0,3528
6	5,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,956778	13,194	72,5532	26,9775	45,5757	1,5919	0,3960
7	6,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,949128	13,194	85,7472	36,7875	48,9597	1,7513	0,4322
8	7,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,941478	13,194	98,9412	46,5975	52,3437	1,8902	0,0000

**Lanjutan Tabel 5.37 Perhitungan CSR DB-03**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi	Jenis Tanah	(amax/g)	rd	$\gamma_d$	Tegangan Total ( $\sigma$ )	Angka Pori (u)	Tegangan efektif ( $\sigma'$ )	( $\sigma/\sigma'$ )	CSR
9	8,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,933828	13,194	112,1352	56,4075	55,7277	2,0121	0,4627
10	9,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,916345	14,052	126,1872	66,2175	59,9697	2,1041	0,0000

**Tabel 5.38 Perhitungan CRR DB-03**

Lapisan	Kedalaman (m)	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah	N-SPT		Faktor koreksi (N1)60					(N1)60	CRR
						Cn	Ce	Cb	Cr	Cs		
1	0,65	1	fine SAND	11	30	1,7	1,2	1	0,85	1	19,074	0,2042
2	1,65	1	fine SAND	16	30	1,564764	1,2	1	0,85	1	25,53695	0,3029
3	2,65	1	fine SAND	21	30	1,437167	1,2	1	0,85	1	30,78412	0,5344
4	3,65	1	fine SAND	31	30	1,389764	1,2	1	0,85	1	43,94435	0,2202
5	4,65	1	medium SAND, dense to very dense	35	30	1,361049	1,2	1	0,85	1	48,58947	0,2866
6	5,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	20	1,333497	1,2	1	0,85	1	68,00836	0,4695
7	6,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	19	1,307038	1,2	1	0,85	1	66,6590	0,4582
8	7,65	1	medium SAND, dense to very dense	52	30	1,281609	1,2	1	0,85	1	67,9765	0,4692

**Lanjutan Tabel 5.38 Perhitungan CRR DB-03**

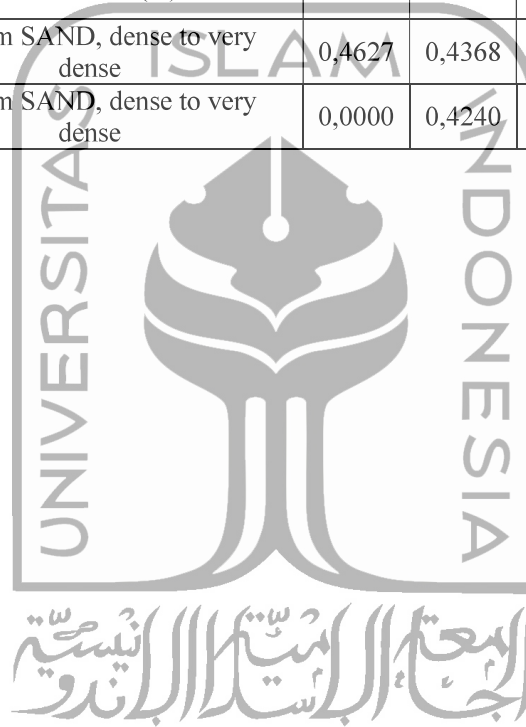
Lapisan	Kedalaman (m)	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah	N-SPT		Faktor koreksi (N1)60					(N1)60	CRR
						Cn	Ce	Cb	Cr	Cs		
9	8,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	25	1,25715	1,2	1	0,85	1	64,1147	0,4368
10	9,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	27	1,227778	1,2	1	0,85	1	62,6167	0,4240

**Tabel 5.39 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-03**

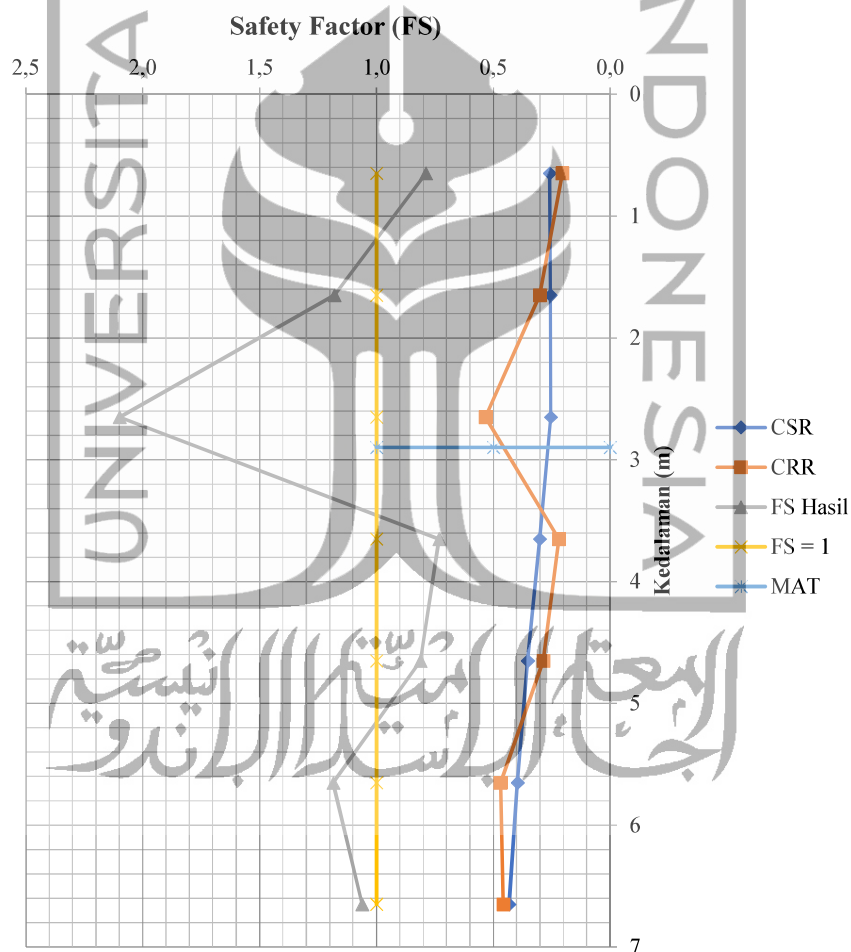
Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah (m)	CSR	CRR	FS	FS = 1	STATUS
1	0,65	1	fine SAND	0,2587	0,2042	0,7893	1,0000	Terjadi Likuifaksi
2	1,65	1	fine SAND	0,2567	0,3029	1,1798	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
3	2,65	1	fine SAND	0,2547	0,5344	2,0979	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
4	3,65	1	fine SAND	0,3007	0,2202	0,7323	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
5	4,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,3528	0,2866	0,8123	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
6	5,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,3960	0,4695	1,1855	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
7	6,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,4322	0,4582	1,0603	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
8	7,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,0000	0,4692	1,0140	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi

**Lanjutan Tabel 5.39 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-03**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah (m)	CSR	CRR	FS	FS = 1	STATUS
9	8,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,4627	0,4368	0,8941	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
10	9,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,0000	0,4240	0,8458	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi



Berdasarkan pada hasil perhitungan data SPT setelah pemadatan di titik DB-03 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.20 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji *bore hole* pada SPT. Dimana apabila nilai FS kurang dari 1 menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut mengalami potensi likuifaksi. Pada titik ini seluruh lapisan tanah aman dari dari potensi likuifaksi meskipun di beberapa lapisan tanah didapatkan nilai  $FS < 1$  tetapi nilai  $(N_1)_{60} \geq 30$  sehingga diklasifikasikan sebagai tanah yang tidak dapat terlikuifaksi.



Gambar 5.20 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-03)

d. *Bore Hole* DB-04

Perhitungan potensi likuifaksi pada titik *Bore Hole* DB-04 dapat dilihat pada Tabel 5.40, Tabel 5.41, Tabel 5.42 dan Gambar 5.25 berikut ini.

**Tabel 5.40 Perhitungan CSR DB-04**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi	Jenis Tanah	(amax/g)	rd	$\gamma_d$	Tegangan Total ( $\sigma$ )	Angka Pori (u)	Tegangan efektif ( $\sigma'$ )	( $\sigma/\sigma'$ )	CSR
1	0,65	1	fine SAND	0,5	0,995028	12,648	8,2212	0	8,2212	1	0,2587
2	1,65	1	fine SAND	0,5	0,987378	12,648	20,8692	0	20,8692	1	0,2567
3	2,65	1	fine SAND	0,5	0,979728	12,648	33,5172	0	33,5172	1	0,2547
4	3,65	1	medium SAND, medium dense	0,5	0,972	12,648	46,1652	5,886	33,5172	1,3773	0,2897
5	4,65	1	medium SAND, medium dense	0,5	0,964428	13,194	59,3592	15,696	43,6632	1,3594	0,3409
6	5,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,956778	13,194	72,5532	25,506	47,0472	1,5421	0,3836
7	6,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,949128	13,194	85,7472	35,316	50,4312	1,7002	0,4196
8	7,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,941478	12,117	97,8642	45,126	52,7382	1,8556	0,4542

**Lanjutan Tabel 5.40 Perhitungan CSR DB-04**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi	Jenis Tanah	(amax/g)	rd	$\gamma_d$	Tegangan Total ( $\sigma$ )	Angka Pori (u)	Tegangan efektif ( $\sigma'$ )	( $\sigma/\sigma'$ )	CSR
9	8,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,933828	12,117	109,9812	54,936	55,0452	1,9980	0,4851
10	9,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,916345	12,117	122,0982	64,746	57,3522	2,1289	0,5072

**Tabel 5.41 Perhitungan CRR DB-04**

Lapisan	Kedalaman (m)	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah	N-SPT		Faktor koreksi (N1)60					(N1)60	CRR
						Cn	Ce	Cb	Cr	Cs		
1	0,65	1	fine SAND	13	30	1,7	1,2	1	0,85	1	22,542	0,2499
2	1,65	1	fine SAND	22	30	1,564764	1,2	1	0,85	1	35,1133	-0,6428
3	2,65	1	fine SAND	25	30	1,437167	1,2	1	0,85	1	36,64777	-0,1109
4	3,65	1	medium SAND, medium dense	25	30	1,37713	1,2	1	0,85	1	35,11683	-0,6400
5	4,65	1	medium SAND, medium dense	27	30	1,34893	1,2	1	0,85	1	37,14953	-0,0470
6	5,65	1	medium SAND, dense to very dense	47	20	1,321861	1,2	1	0,85	1	63,37003	0,4305
7	6,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	19	1,295858	1,2	1	0,85	1	66,0887	0,4535
8	7,65	1	medium SAND, dense to very dense	52	30	1,278709	1,2	1	0,85	1	67,8227	0,4679



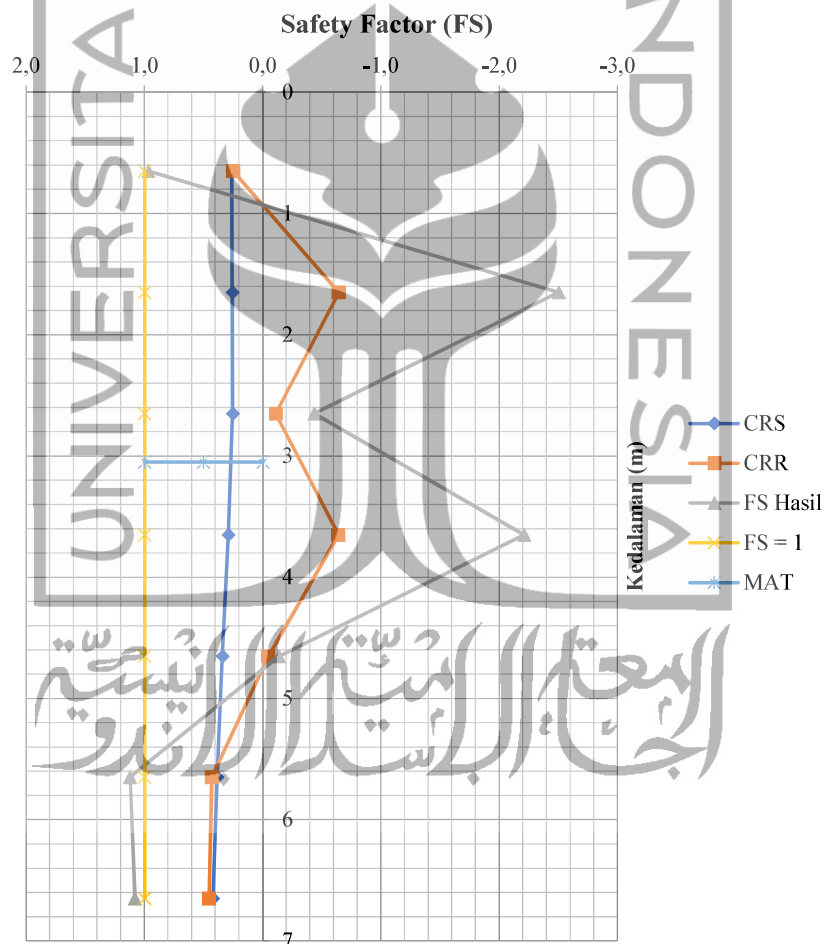
**Lanjutan Tabel 5.41 Perhitungan CRR DB-04**

Lapisan	Kedalaman (m)	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah	N-SPT		Faktor koreksi (N1)60					(N1)60	CRR
9	8,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	25	1,262008	1,2	1	0,85	1	64,3624	0,4389
10	9,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	27	1,245737	1,2	1	0,85	1	63,5326	0,4319

**Tabel 5.42 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-04**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah (m)	CSR	CRR	FS	FS = 1	STATUS
1	0,65	1	fine SAND	0,2587	0,2499	0,9661	1,0000	Terjadi Likuifaksi
2	1,65	1	fine SAND	0,2567	-0,6428	-2,5040	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
3	2,65	1	fine SAND	0,2547	-0,1109	-0,4354	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
4	3,65	1	medium SAND, medium dense	0,2897	-0,6400	-2,2092	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
5	4,65	1	medium SAND, medium dense	0,3409	-0,0470	-0,1380	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
6	5,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,3836	0,4305	1,1221	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
7	6,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,4196	0,4535	1,0808	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
8	7,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,4542	0,4679	1,0301	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
9	8,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,4851	0,4389	0,9048	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
10	9,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5072	0,4319	0,8514	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi

Berdasarkan pada hasil perhitungan data SPT setelah pemadatan di titik DB-04 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.21 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji *bore hole* pada SPT. Dimana apabila nilai FS kurang dari 1 menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut mengalami potensi likuifaksi. Pada titik ini seluruh lapisan tanah aman dari dari potensi likuifaksi meskipun di beberapa lapisan tanah didapatkan nilai  $FS < 1$  tetapi nilai  $(N_1)_{60} \geq 30$  sehingga diklasifikasikan sebagai tanah yang tidak dapat terlikuifaksi.



Gambar 5.21 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-04)

e. *Bore Hole* DB-05

Perhitungan potensi likuifaksi pada titik *Bore Hole* DB-05 dapat dilihat pada Tabel 5.43, Tabel 5.44, Tabel 5.45 dan Gambar 5.26 berikut ini.

**Tabel 5.43 Perhitungan CSR DB-05**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi	Jenis Tanah	(amax/g)	rd	$\gamma_d$	Tegangan Total ( $\sigma$ )	Angka Pori (u)	Tegangan efektif ( $\sigma'$ )	( $\sigma/\sigma'$ )	CSR
1	0,65	1	fine SAND	0,5	0,995028	11,07	7,1955	0	7,1955	1	0,2587
2	1,65	1	fine SAND	0,5	0,987378	11,07	18,2655	0	18,2655	1	0,2567
3	2,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,979728	12,27	30,5355	0	30,5355	1	0,2547
4	3,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,972	12,27	42,8055	8,0442	30,5355	1,4018	0,3112
5	4,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,964428	14,28	57,0855	17,8542	39,2313	1,4551	0,3649
6	5,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,956778	14,28	71,3655	27,6642	43,7013	1,6330	0,4062
7	6,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,949128	14,135	85,5005	47,2842	38,2163	2,2372	0,5521
8	7,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,941478	13,99	99,4905	57,0942	42,3963	2,3466	0,5744

**Lanjutan Tabel 5.43 Perhitungan CSR DB-05**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi	Jenis Tanah	(amax/g)	rd	$\gamma_d$	Tegangan Total ( $\sigma$ )	Angka Pori (u)	Tegangan efektif ( $\sigma'$ )	( $\sigma/\sigma'$ )	CSR
9	8,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,933828	13,99	113,4805	66,9042	46,5763	2,4364	0,5916
10	9,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,916345	13,99	127,4705	66,9042	60,5663	2,1046	0,5014

**Tabel 5.44 Perhitungan CRR DB-05**

Lapisan	Kedalaman (m)	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah	N-SPT		Faktor koreksi (N1)60					(N1)60	CRR
						Cn	Ce	Cb	Cr	Cs		
1	0,65	1	fine SAND	21	30	1,7	1,2	1	0,85	1	36,414	-0,1492
2	1,65	1	fine SAND	30	30	1,593895	1,2	1	0,85	1	48,77319	0,2888
3	2,65	1	medium SAND, dense to very dense	31	30	1,465336	1,2	1	0,85	1	46,33393	0,2573
4	3,65	1	medium SAND, dense to very dense	35	30	1,425732	1,2	1	0,85	1	50,89862	0,3130
5	4,65	1	medium SAND, dense to very dense	36	30	1,386104	1,2	1	0,85	1	50,89773	0,3130
6	5,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	20	1,348619	1,2	1	0,85	1	68,77957	0,4758
7	6,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	19	1,394907	1,2	1	0,85	1	71,1403	0,4951
8	7,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	30	1,359351	1,2	1	0,85	1	69,3269	0,4803

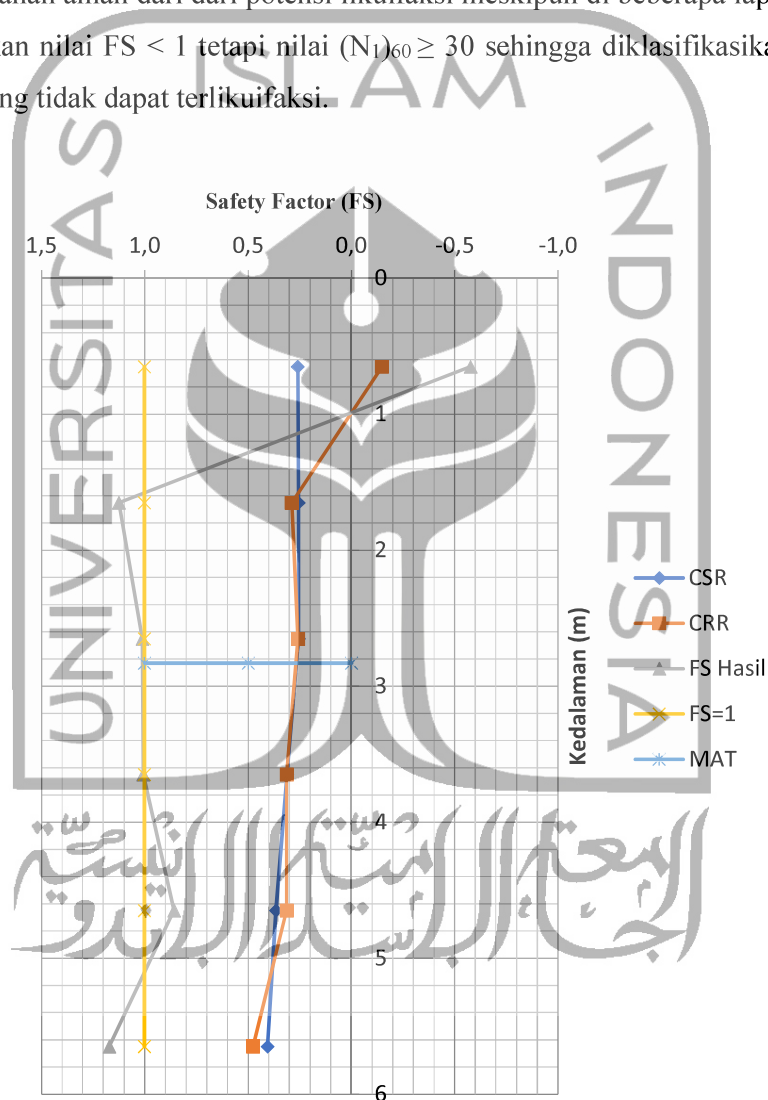
**Lanjutan Tabel 5.44 Perhitungan CRR DB-05**

Lapisan	Kedalaman (m)	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah	N-SPT		Faktor koreksi (N1)60					(N1)60	CRR
						Cn	Ce	Cb	Cr	Cs		
9	8,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	25	1,325563	1,2	1	0,85	1	67,6037	0,4661
10	9,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	27	1,223757	1,2	1	0,85	1	62,4116	0,4222

**Tabel 5.45 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-05**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah (m)	CSR	CRR	FS	FS = 1	STATUS
1	0,65	1	fine SAND	0,2587	-0,1492	-0,5768	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
2	1,65	1	fine SAND	0,2567	0,2888	1,1248	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
3	2,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,2547	0,2573	1,0102	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
4	3,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,3112	0,3130	1,0057	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
5	4,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,3649	0,3130	0,8579	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
6	5,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,4062	0,4758	1,1713	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
7	6,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5521	0,4951	0,8968	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
8	7,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5744	0,4803	0,8362	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
9	8,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5916	0,4661	0,7879	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
10	9,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5014	0,4222	0,8420	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi

Berdasarkan pada hasil perhitungan data SPT setelah pemadatan di titik DB-05 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.22 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji *bore hole* pada SPT. Dimana apabila nilai FS kurang dari 1 menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut mengalami potensi likuifaksi. Pada titik ini seluruh lapisan tanah aman dari dari potensi likuifaksi meskipun di beberapa lapisan tanah didapatkan nilai  $FS < 1$  tetapi nilai  $(N_1)_{60} \geq 30$  sehingga diklasifikasikan sebagai tanah yang tidak dapat terlikuifaksi.



Gambar 5.22 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-05)

f. *Bore Hole* DB-06

Perhitungan potensi likuifaksi pada titik *Bore Hole* DB-06 dapat dilihat pada Tabel 5.46, Tabel 5.47, Tabel 5.48 dan Gambar 5.27 berikut ini.

**Tabel 5.46 Perhitungan CSR DB-06**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi	Jenis Tanah	(amax/g)	rd	$\gamma_d$	Tegangan Total ( $\sigma$ )	Angka Pori (u)	Tegangan efektif ( $\sigma'$ )	( $\sigma/\sigma'$ )	CSR
1	0,65	1	fine SAND	0,5	0,987378	15,22	9,893	0	9,893	1	1,8612
2	1,65	1	fine SAND	0,5	0,979728	15,22	25,113	0	25,113	1	1,8468
3	2,65	1	medium SAND, medium dense	0,5	0,972078	15,22	40,333	0	40,333	1	1,8324
4	3,65	1	medium SAND, medium dense	0,5	0,964	13,194	53,527	7,3575	40,333	1,3271	2,1077
5	4,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,956778	13,194	66,721	17,1675	49,5535	1,3464	2,4283
6	5,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,949128	13,412	80,133	26,9775	53,1555	1,5075	2,6971
7	6,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,941478	13,63	93,763	46,5975	47,1655	1,9879	3,5280
8	7,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,933828	13,63	107,393	56,4075	50,9855	2,1063	3,7077

**Lanjutan Tabel 5.46 Perhitungan CSR DB-06**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi	Jenis Tanah	(amax/g)	rd	$\gamma_d$	Tegangan Total ( $\sigma$ )	Angka Pori (u)	Tegangan efektif ( $\sigma'$ )	( $\sigma/\sigma'$ )	CSR
9	8,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	0,916345	13,63	121,023	66,2175	54,8055	2,2082	3,8143
10	9,65	1	medium SAND, dense to very dense	0,5	1	13,63	134,653	66,2175	68,4355	1,9675	3,7089

**Tabel 5.47 Perhitungan CRR DB-06**

Lapisan	Kedalaman (m)	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah	N-SPT		Faktor koreksi (N1)60					(N1)60	CRR
						Cn	Ce	Cb	Cr	Cs		
1	0,65	1	fine SAND	19	30	1,69539	1,2	1	0,85	1	32,85666	1,1134
2	1,65	1	fine SAND	27	30	1,519499	1,2	1	0,85	1	41,84699	0,1778
3	2,65	1	medium SAND, medium dense	27	30	1,376673	1,2	1	0,85	1	37,91357	0,0206
4	3,65	1	medium SAND, medium dense	29	30	1,328777	1,2	1	0,85	1	39,30523	0,0979
5	4,65	1	medium SAND, dense to very dense	33	30	1,302503	1,2	1	0,85	1	43,84227	0,2184
6	5,65	1	medium SAND, dense to very dense	38	20	1,275655	1,2	1	0,85	1	49,44439	0,2967
7	6,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	19	1,320935	1,2	1	0,85	1	67,3677	0,4641
8	7,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	30	1,291696	1,2	1	0,85	1	65,8765	0,4517



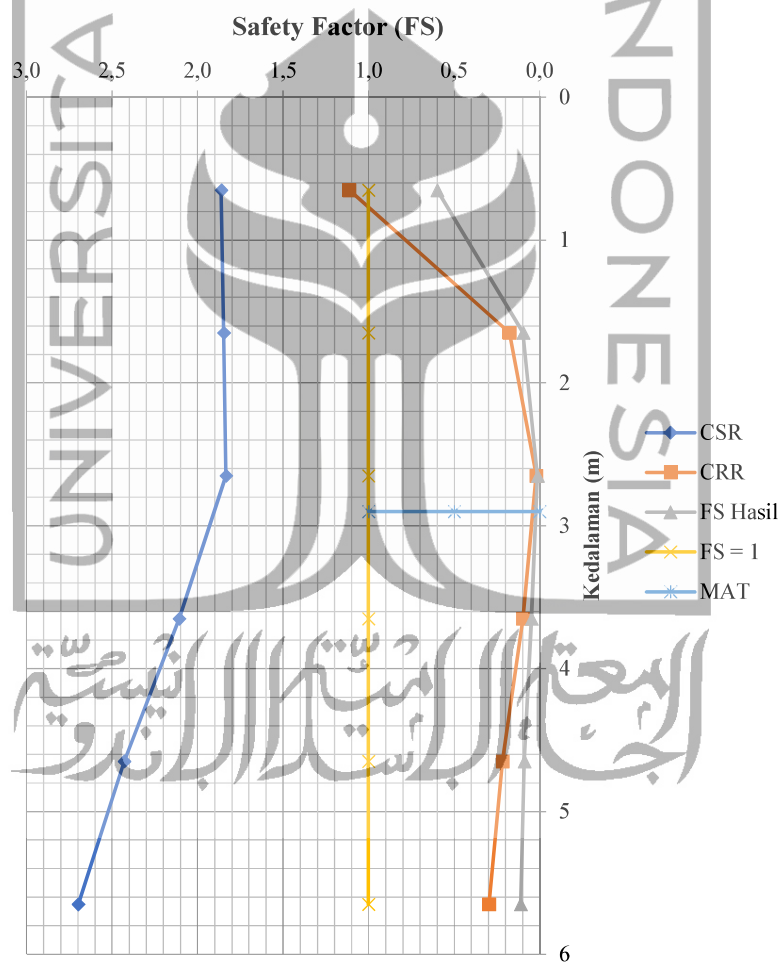
**Lanjutan Tabel 5.47 Perhitungan CRR DB-06**

Lapisan	Kedalaman (m)	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah	N-SPT		Faktor koreksi (N1)60					(N1)60	CRR
						Cn	Ce	Cb	Cr	Cs		
9	8,65	1	medium SAND, dense to very dense	45	25	1,263723	1,2	1	0,85	1	58,0049	0,3831
10	9,65	1	medium SAND, dense to very dense	50	27	1,173079	1,2	1	0,85	1	59,8270	0,3996

**Tabel 5.48 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-06**

Lapisan	Kedalaman	Beda Tinggi (m)	Jenis Tanah (m)	CSR	CRR	FS	FS = 1	STATUS
1	0,65	1	fine SAND	1,8612	1,1134	0,5982	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
2	1,65	1	fine SAND	1,8468	0,1778	0,0963	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
3	2,65	1	medium SAND, medium dense	1,8324	0,0206	0,0112	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
4	3,65	1	medium SAND, medium dense	2,1077	0,0979	0,0465	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
5	4,65	1	medium SAND, dense to very dense	2,4283	0,2184	0,0899	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
6	5,65	1	medium SAND, dense to very dense	2,6971	0,2967	0,1100	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
7	6,65	1	medium SAND, dense to very dense	3,5280	0,4641	0,1316	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
8	7,65	1	medium SAND, dense to very dense	3,7077	0,4517	0,1218	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
9	8,65	1	medium SAND, dense to very dense	3,8143	0,3831	0,1004	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi
10	9,65	1	medium SAND, dense to very dense	3,7089	0,3996	0,1077	1,0000	Tidak Terjadi Likuifaksi

Berdasarkan pada hasil perhitungan data SPT setelah pemadatan di titik DB-06 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.23 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji *bore hole* pada SPT. Dimana apabila nilai FS kurang dari 1 menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut mengalami potensi likuifaksi. Pada titik ini seluruh lapisan tanah aman dari dari potensi likuifaksi meskipun di beberapa lapisan tanah didapatkan nilai  $FS < 1$  tetapi nilai  $(N_1)_{60} \geq 30$  sehingga diklasifikasikan sebagai tanah yang tidak dapat terlikuifaksi.



Gambar 5.23 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-06)

### 5.2.3 Analisis Data CPT

Adapun data lapangan yang didapatkan dari uji CPT ialah tahanan ujung konus ( $q_c$ ). Dari nilai  $q_c$  yang ada dapat dihitung nilai friksi dan jumlah hambatan lekat pada suatu lapisan tanah. Dari nilai tahanan ujung dapat dihitung nilai CRR yang mewakili nilai ketahanan tanah terhadap beban siklik akibat gempa. Dari nilai  $q_c$  diolah menjadi grafik. Untuk contoh perhitungan dapat dilihat sebagai berikut.

CPT-01

Didapatkan dari data CPT-01 terlampir pada Lampiran 6.

$$H = 0,2$$

$$\gamma = 12,438$$

1. Perhitungan tegangan efektif ( $\sigma'$ )

$$\begin{aligned} \text{Tegangan total } (\sigma) &= h \times \gamma \\ &= 0,2 \times 12,438 \\ &= 2,4876 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Tekanan air pori } (u) = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan efektif } (\sigma_1') &= \sigma - u \\ &= 2,4876 - 0 \\ &= 2,4876 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

2. Perhitungan nilai reduksi tegangan ( $rd$ )

$$\begin{aligned} rd &= 1,0 - 0,00765 \times z \\ &= 1,0 - 0,00765 \times 0,4 \\ &= 0,99694 \end{aligned}$$

3. Perhitungan nilai Cyclic Stress Ratio (CSR)

$$\begin{aligned} \text{CSR} &= 0,65 \left( \frac{\sigma_{max}}{g} \right) \left( \frac{\sigma_v}{\sigma_v'} \right) rd \\ &= 0,65 \times (0,4) \times \left( \frac{2,4876}{2,4876} \right) \times 0,99694 \\ &= 0,2592 \end{aligned}$$

4. Perhitungan nilai Q

$$Q = \left[ \frac{(q_c - \sigma_{vo})}{P_a} \right] \left[ \left( \frac{P_a}{\sigma_{vo}'} \right)^n \right]$$

$$= \left[ \frac{(5272,6 - 2,4876)}{101,325} \right] \left[ \left( \frac{101,325}{2,4876} \right)^{0,5} \right]$$

$$= 331,948949$$

5. Perhitungan nilai F

$$F = \left[ \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vo}} \right] \times 100\%$$

$$= \left[ \frac{0,4}{861,0195 - 2,4876} \right] \times 100\%$$

$$= 7,58997 \times 10^{-5}$$

6. Perhitungan nilai Ic

$$I_c = [(3,47 - \log Q)^2 + (1,22 + \log F)^2]^{0,5}$$

$$= [(3,47 - \log 331,948949)^2 + (1,22 + \log 7,58997 \times 10^{-5})^2]^{0,5}$$

$$= 3,05108$$

7. Perhitungan nilai Cq

$$C_q = \left( \frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

$$= \left( \frac{101,325}{2,4876} \right)^{0,5}$$

$$= 6,382165$$

8. Perhitungan qcIN

$$q_{cIN} = C_q (q_c / Pa)$$

$$= 6,382165 (5272,6 / 101,325)$$

$$= 332,1056$$

Hitungan ekivalensi pasir bersih N-SPT ternormalisasi ( $q_{cIN}$ )<sub>cs</sub>

Harga tahanan konus ternormalisasi  $q_{cIN}$ , untuk pasir kelepungan dikoreksi terhadap pasir bersih (<sub>cs</sub>) dengan harga ( $q_{cIN}$ )<sub>cs</sub> seperti berikut.

$$(q_{cIN})_{cs} = K_c \cdot q_{cIN}$$

Dimana :

$K_c$  = faktor koreksi untuk karakteristik butiran yang didefinisikan oleh persamaan berikut (Robertson and Wride, 1998)

Untuk  $I_c \leq 1,64$ ..... $K_c = 1,0$

Untuk  $I_c > 1,64$ ..... $K_c = -0,403 \cdot I_c^4 + 5,581 \cdot I_c^3 - 21,63 \cdot I_c^2 + 33,75 \cdot I_c - 17,88$

Pada perhitungan nilai  $I_c$  diatas, didapatkan nilai  $I_c = 3,05108$

$$I_c > 1,64$$

$$\begin{aligned} K_c &= -0,403 \cdot I_c^4 + 5,581 \cdot I_c^3 - 21,63 \cdot I_c^2 + 33,75 \cdot I_c - 17,88 \\ &= -0,403 \cdot 3,05108^4 + 5,581 \cdot 3,05108^3 - 21,63 \cdot 3,05108^2 + 33,75 \cdot 3,05108 - 17,88 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 7,33058 \\ (q_{cIN})_{cs} &= K_c \cdot q_{cIN} \\ &= 7,33058 \times 332,1056 \\ &= 2434,526 \end{aligned}$$

9. Perhitungan CRR

$$\begin{aligned} CRR &= 0,833 \left( \frac{q_{cIN}}{1000} \right) + 0,05 \\ &= 0,833 \left( \frac{332,1056}{1000} \right) + 0,05 \\ &= 0,326644 \\ &\approx 2 \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai  $(q_{cIN})_{cs}$  yang diperoleh yaitu 2434,526 sehingga dalam buku *Soil Liquefaction During Earthquake* tulisan LM Idriss dan R.W. Boulanger diketahui bahwa nilai  $CRR_{7,5}$  sebagai berikut :

Jika nilai  $(q_{cIN})_{cs} < 211$

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

Jika nilai  $(q_{cIN})_{cs} > 211$ , maka  $CRR_{7,5} = 2$

10. Perhitungan FS

$$\begin{aligned} FS &= \frac{CRR}{CSR} \\ &= \frac{2}{0,25920} \\ &= 7,71592 > 1 \text{ (tidak terjadi likuifaksi)} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan data CPT diatas, berikut rekapitulasi titik-titik lainnya pada *runway* sebagai berikut.

a. CPT-01

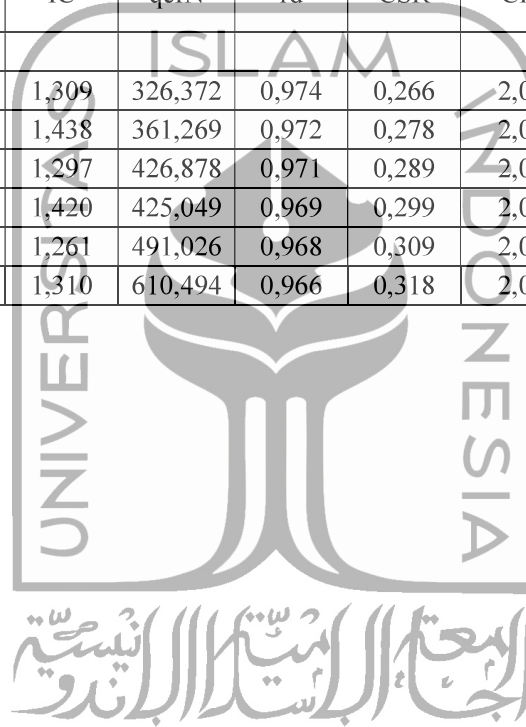
Rekapitulasi hasil potensi likuifaksi pada titik CPT-01 dapat dilihat pada Tabel 5.49 dan Gambar 5.28 berikut ini.

**Tabel 5.49 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-01**

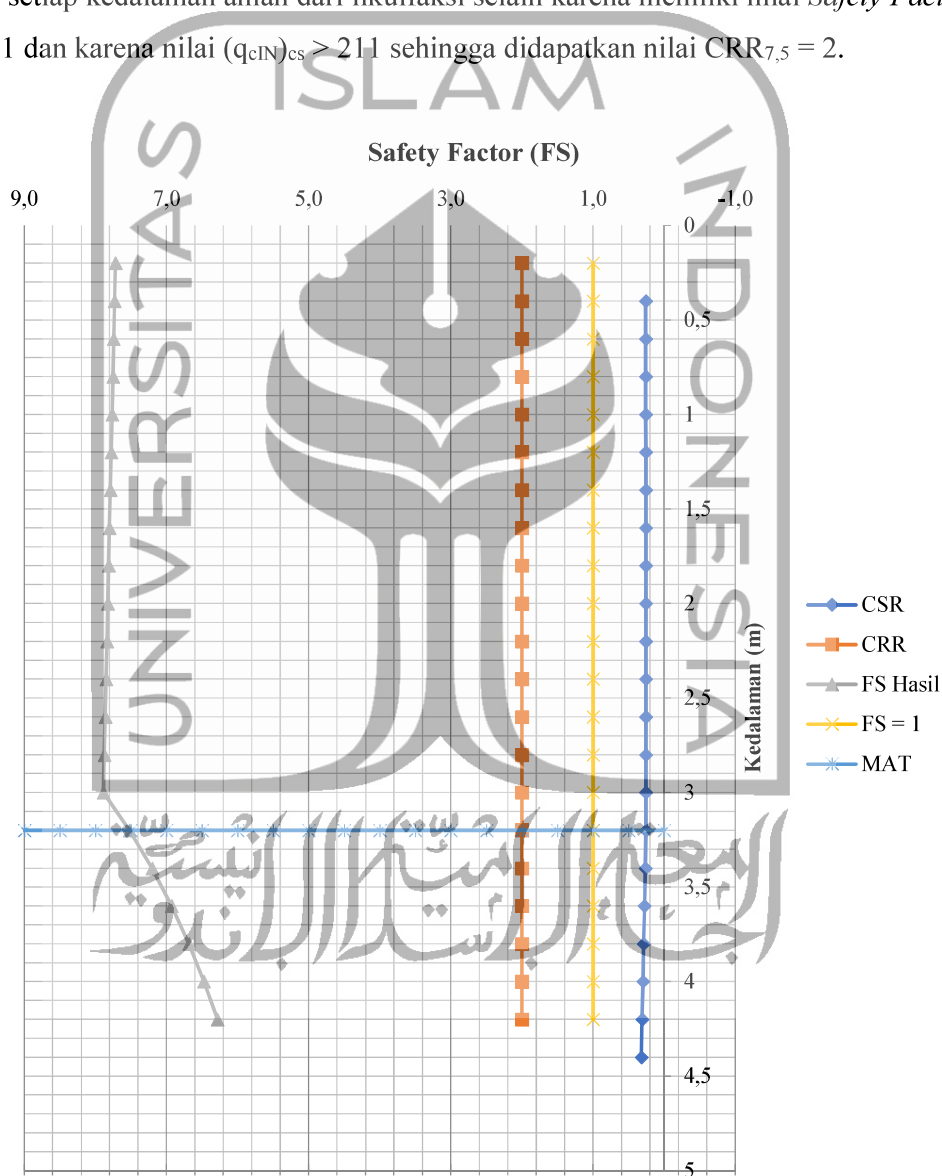
Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	f <sub>c</sub>	qc <sub>N</sub>	r <sub>d</sub>	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
m											
0,2											
0,4	5,2726	5272,6	2,488	2,488	3,051	332,106	0,997	0,259	2,000	7,716	Tidak Terjadi Likuifaksi
0,6	6,9103	6910,3	4,975	4,975	3,173	307,775	0,995	0,259	2,000	7,728	Tidak Terjadi Likuifaksi
0,8	10,7353	10735,3	7,463	7,463	2,357	390,396	0,994	0,258	2,000	7,740	Tidak Terjadi Likuifaksi
1	15,8626	15862,6	9,950	9,950	1,496	499,569	0,992	0,258	2,000	7,752	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,2	11,7831	11783,1	12,438	12,438	1,517	331,914	0,991	0,258	2,000	7,764	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,4	17,8004	17800,4	14,926	14,926	1,263	457,726	0,989	0,257	2,000	7,776	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,6	21,0211	21021,1	17,413	17,413	1,213	500,447	0,988	0,257	2,000	7,788	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,8	22,1401	22140,1	19,901	19,901	1,251	493,044	0,986	0,256	2,000	7,800	Tidak Terjadi Likuifaksi
2	23,1461	23146,1	22,388	22,388	1,226	485,968	0,985	0,256	2,000	7,812	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,2	22,4549	22454,9	24,876	24,876	1,241	447,263	0,983	0,256	2,000	7,824	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,4	25,3997	25399,7	27,364	27,364	1,274	482,374	0,982	0,255	2,000	7,836	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,6	22,994	22994	29,851	29,851	1,178	418,095	0,980	0,255	2,000	7,848	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,8	18,0773	18077,3	32,339	32,339	1,325	315,801	0,979	0,254	2,000	7,861	Tidak Terjadi Likuifaksi
3	16,8295	16829,5	34,826	34,826	1,403	283,308	0,977	0,254	2,000	7,873	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,2	17,1474	17147,4	37,823	37,823	1,455	276,988	0,976	0,254	2,000	7,885	Tidak Terjadi Likuifaksi

**Lanjutan Tabel 5.49 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-01**

Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qcIN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
m											
3,4	20,4791	20479,1	40,820	38,858	1,309	326,372	0,974	0,266	2,000	7,518	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,6	22,9687	22968,7	43,817	39,893	1,438	361,269	0,972	0,278	2,000	7,202	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,8	27,4897	27489,7	46,814	40,928	1,297	426,878	0,971	0,289	2,000	6,926	Tidak Terjadi Likuifaksi
4	27,7158	27715,8	49,810	41,962	1,420	425,049	0,969	0,299	2,000	6,685	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,2	32,4103	32410,3	52,807	42,997	1,261	491,026	0,968	0,309	2,000	6,471	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,4	40,7778	40777,8	55,804	44,032	1,310	610,494	0,966	0,318	2,000	6,281	Tidak Terjadi Likuifaksi



Berdasarkan pada hasil perhitungan data CPT setelah pemadatan di titik CPT-01 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.24 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji pada CPT. Dimana apabila nilai FS lebih dari 1 menunjukkan bahwa aman dari potensi likuifaksi dan pada titik CPT-01 ini semua lapisan tanah di setiap kedalaman aman dari likuifaksi selain karena memiliki nilai *Safety Factor*  $> 1$  dan karena nilai  $(q_{cIN})_{cs} > 211$  sehingga didapatkan nilai  $CRR_{7,5} = 2$ .



Gambar 5.24 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-01)



b. CPT-02

Rekapitulasi hasil potensi likuifaksi pada titik CPT-02 dapat dilihat pada Tabel 5.50 dan Gambar 5.29 berikut ini.

**Tabel 5.50 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-02**

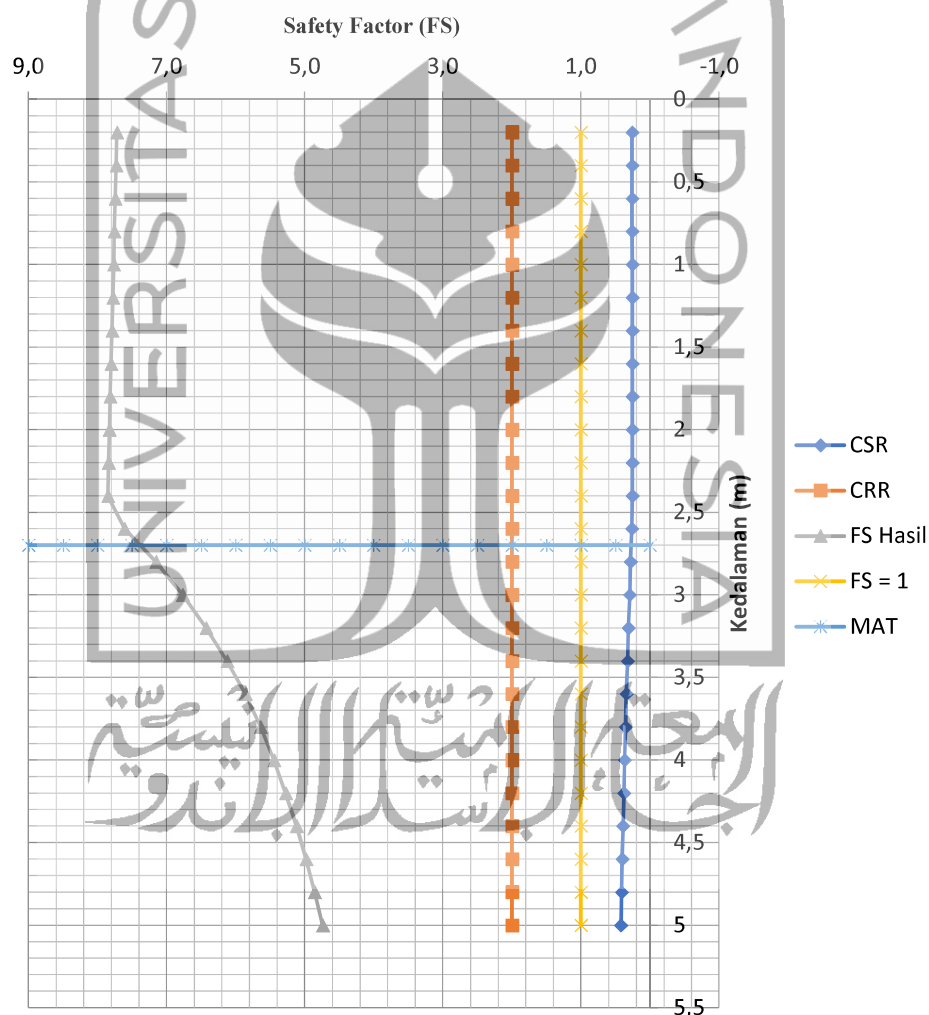
Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qcIN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
m			kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>							
0,2											
0,4	6,1707	6170,7	2,30	2,30	3,38	404,32	1,00	0,26	2,00	7,72	Tidak Terjadi Likuifaksi
0,6	6,9431	6943,1	4,60	4,60	3,46	321,68	1,00	0,26	2,00	7,73	Tidak Terjadi Likuifaksi
0,8	6,482	6482	6,90	6,90	3,46	245,21	0,99	0,26	2,00	7,74	Tidak Terjadi Likuifaksi
1	9,4337	9433,7	9,20	9,20	1,79	309,06	0,99	0,26	2,00	7,75	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,2	11,3325	11332,5	11,49	11,49	1,47	332,07	0,99	0,26	2,00	7,76	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,4	9,7862	9786,2	13,79	13,79	1,55	261,78	0,99	0,26	2,00	7,78	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,6	13,7071	13707,1	16,09	16,09	1,51	339,46	0,99	0,26	2,00	7,79	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,8	18,2261	18226,1	18,39	18,39	1,41	422,22	0,99	0,26	2,00	7,80	Tidak Terjadi Likuifaksi
2	22,1096	22109,6	20,69	20,69	1,37	482,89	0,98	0,26	2,00	7,81	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,2	21,8484	21848,4	22,99	22,99	1,38	452,70	0,98	0,26	2,00	7,82	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,4	20,6397	20639,7	25,29	25,29	1,38	407,75	0,98	0,26	2,00	7,84	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,6	19,1346	19134,6	27,59	27,59	1,60	361,93	0,98	0,25	2,00	7,85	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,8	17,6451	17645,1	29,88	28,90	1,42	326,06	0,98	0,26	2,00	7,60	Tidak Terjadi Likuifaksi
3	19,5869	19586,9	32,18	29,24	1,37	359,85	0,98	0,28	2,00	7,15	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,2	23,1468	23146,8	34,48	29,58	1,33	422,82	0,98	0,30	2,00	6,76	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,4	21,4701	21470,1	36,78	29,91	1,29	389,98	0,97	0,31	2,00	6,42	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,6	21,2011	21201,1	39,08	30,25	1,30	382,94	0,97	0,33	2,00	6,12	Tidak Terjadi Likuifaksi

**Lanjutan Tabel 5.50 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-02**

Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qcIN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
m	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>							
3,8	21,283	21283	41,38	30,59	1,34	382,30	0,97	0,34	2,00	5,86	Tidak Terjadi Likuifaksi
4	25,7085	25708,5	44,05	31,30	1,33	456,54	0,97	0,35	2,00	5,64	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,2	32,9023	32902,3	46,72	32,00	1,29	577,80	0,97	0,37	2,00	5,44	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,4	30,2465	30246,5	49,39	32,71	1,23	525,38	0,97	0,38	2,00	5,27	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,6	30,8982	30898,2	52,06	33,42	1,23	530,99	0,96	0,39	2,00	5,12	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,8	39,4401	39440,1	54,73	34,13	0,94	670,72	0,96	0,40	2,00	4,98	Tidak Terjadi Likuifaksi
5	35,8913	35891,3	57,40	34,83	1,11	604,14	0,96	0,41	2,00	4,85	Tidak Terjadi Likuifaksi
5,2	38,7197	38719,7	60,07	35,54	1,10	645,23	0,96	0,42	2,00	4,74	Tidak Terjadi Likuifaksi

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 الجامعة الإسلامية في إندونيسيا

Berdasarkan pada hasil perhitungan data CPT setelah pemadatan di titik CPT-02 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.25 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji pada CPT. Dimana apabila nilai FS lebih dari 1 menunjukkan bahwa aman dari potensi likuifaksi dan pada titik CPT-01 ini semua lapisan tanah di setiap kedalaman aman dari likuifaksi selain karena memiliki nilai *Safety Factor*  $> 1$  dan karena nilai  $(q_{cIN})_{cs} > 211$  sehingga didapatkan nilai  $CRR_{7,5} = 2$ .



Gambar 5.25 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-02)

c. CPT-03

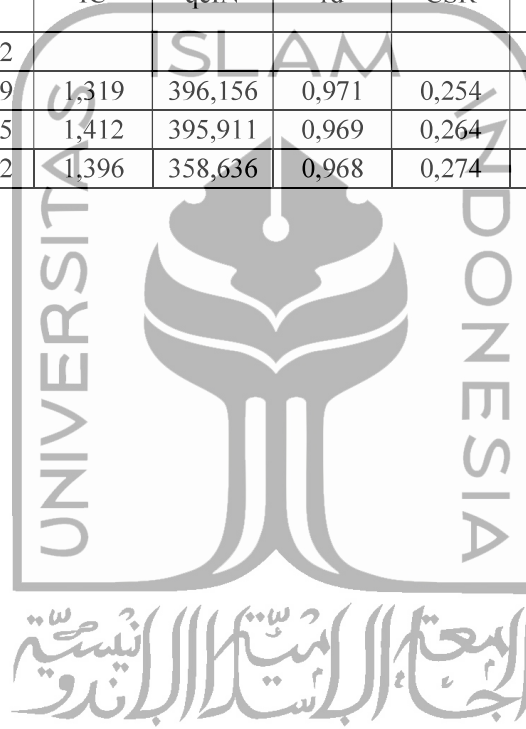
Rekapitulasi hasil potensi likuifaksi pada titik CPT-03 dapat dilihat pada Tabel 5.51 dan Gambar 5.30 berikut ini.

**Tabel 5.51 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-03**

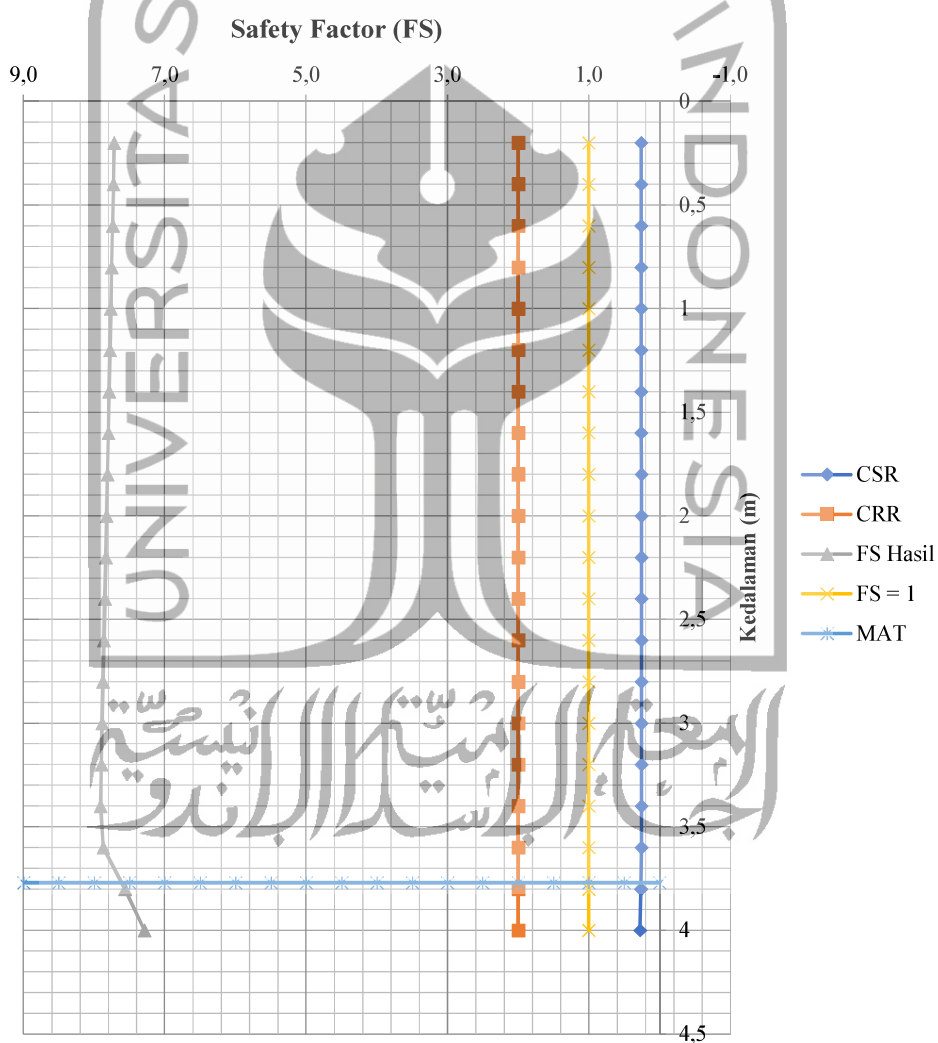
Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qcIN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
m			kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>							
0,2			0								
0,4	5,9688	5968,8	2,530	2,530	3,087	372,823	0,997	0,259	2,000	7,716	Tidak Terjadi Likuifaksi
0,6	14,9913	14991,3	5,059	5,059	1,098	662,125	0,995	0,259	2,000	7,728	Tidak Terjadi Likuifaksi
0,8	21,4209	21420,9	7,589	7,589	1,305	772,490	0,994	0,258	2,000	7,740	Tidak Terjadi Likuifaksi
1	23,3198	23319,8	10,118	10,118	1,236	728,300	0,992	0,258	2,000	7,752	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,2	14,9621	14962,1	12,648	12,648	1,294	417,949	0,991	0,258	2,000	7,764	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,4	17,3932	17393,2	15,178	15,178	1,426	443,527	0,989	0,257	2,000	7,776	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,6	21,7874	21787,4	17,707	17,707	1,344	514,366	0,988	0,257	2,000	7,788	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,8	24,3375	24337,5	20,237	20,237	1,338	537,461	0,986	0,256	2,000	7,800	Tidak Terjadi Likuifaksi
2	25,6553	25655,3	22,766	22,766	1,357	534,160	0,985	0,256	2,000	7,812	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,2	25,3473	25347,3	25,296	25,296	1,341	500,665	0,983	0,256	2,000	7,824	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,4	25,2069	25206,9	27,826	27,826	1,377	474,721	0,982	0,255	2,000	7,836	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,6	23,893	23893	30,355	30,355	1,405	430,820	0,980	0,255	2,000	7,848	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,8	24,9184	24918,4	32,885	32,885	1,356	431,682	0,979	0,254	2,000	7,861	Tidak Terjadi Likuifaksi
3	22,2397	22239,7	35,414	35,414	1,394	371,262	0,977	0,254	2,000	7,873	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,2	17,1046	17104,6	37,944	37,944	1,470	275,856	0,976	0,254	2,000	7,885	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,4	18,1827	18182,7	40,474	40,474	1,442	283,932	0,974	0,253	2,000	7,898	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,6	23,1053	23105,3	43,003	43,003	1,397	350,028	0,972	0,253	2,000	7,910	Tidak Terjadi Likuifaksi

**Lanjutan Tabel 5.51 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-03**

Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qcIN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
m	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>							
3,8	26,8212	26821,2	45,533	45,239	1,319	396,156	0,971	0,254	2,000	7,871	Tidak Terjadi Likuifaksi
4	27,0044	27004,4	48,172	45,915	1,412	395,911	0,969	0,264	2,000	7,563	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,2	24,6416	24641,6	50,810	46,592	1,396	358,636	0,968	0,274	2,000	7,288	Tidak Terjadi Likuifaksi



Berdasarkan pada hasil perhitungan data CPT setelah pemadatan di titik CPT-03 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.26 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji pada CPT. Dimana apabila nilai FS lebih dari 1 menunjukkan bahwa aman dari potensi likuifaksi dan pada titik CPT-01 ini semua lapisan tanah di setiap kedalaman aman dari likuifaksi selain karena memiliki nilai *Safety Factor*  $> 1$  dan karena nilai  $(q_{cIN})_{cs} > 211$  sehingga didapatkan nilai  $CRR_{7,5} = 2$ .



Gambar 5.26 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-03)

d. CPT-07

Rekapitulasi hasil potensi likuifaksi pada titik CPT-07 dapat dilihat pada Tabel 5.52 dan Gambar 5.31 berikut ini.

**Tabel 5.52 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-07**

Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qcIN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
m											
0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0,4	2,6517	2651,7	2,530	2,530	3,439	165,630	0,985	0,256	2,000	7,812	Tidak Terjadi Likuifaksi
0,6	11,2882	11288,2	5,059	5,059	1,709	498,569	0,977	0,254	2,000	7,873	Tidak Terjadi Likuifaksi
0,8	16,3531	16353,1	7,589	7,589	1,366	589,733	0,969	0,252	2,000	7,935	Tidak Terjadi Likuifaksi
1	20,954	20954	10,118	10,118	1,300	654,414	0,962	0,250	2,000	7,998	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,2	22,1393	22139,3	12,648	12,648	1,293	618,436	0,954	0,248	2,000	8,062	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,4	20,685	20685	15,178	15,178	1,311	527,467	0,946	0,246	2,000	8,128	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,6	20,0738	20073,8	17,707	17,707	1,356	473,911	0,939	0,244	2,000	8,194	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,8	20,1742	20174,2	20,237	20,237	1,314	445,520	0,931	0,242	2,000	8,261	Tidak Terjadi Likuifaksi
2	21,7104	21710,4	22,766	22,766	1,339	452,025	0,924	0,240	2,000	8,330	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,2	23,4767	23476,7	25,296	25,296	1,343	463,717	0,916	0,238	2,000	8,399	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,4	23,5196	23519,6	27,826	26,354	1,356	455,143	0,908	0,249	2,000	8,022	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,6	21,8976	21897,6	30,355	26,922	1,500	419,263	0,901	0,264	2,000	7,576	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,8	21,223	21223	32,885	27,489	1,356	402,130	0,893	0,278	2,000	7,201	Tidak Terjadi Likuifaksi
3	17,9673	17967,3	35,414	28,057	1,359	336,980	0,885	0,291	2,000	6,884	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,2	18,4469	18446,9	37,944	28,625	1,438	342,528	0,878	0,302	2,000	6,612	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,4	16,8405	16840,5	40,474	29,192	1,453	309,645	0,870	0,314	2,000	6,378	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,6	16,0918	16091,8	43,003	29,760	1,545	293,043	0,862	0,324	2,000	6,173	Tidak Terjadi Likuifaksi

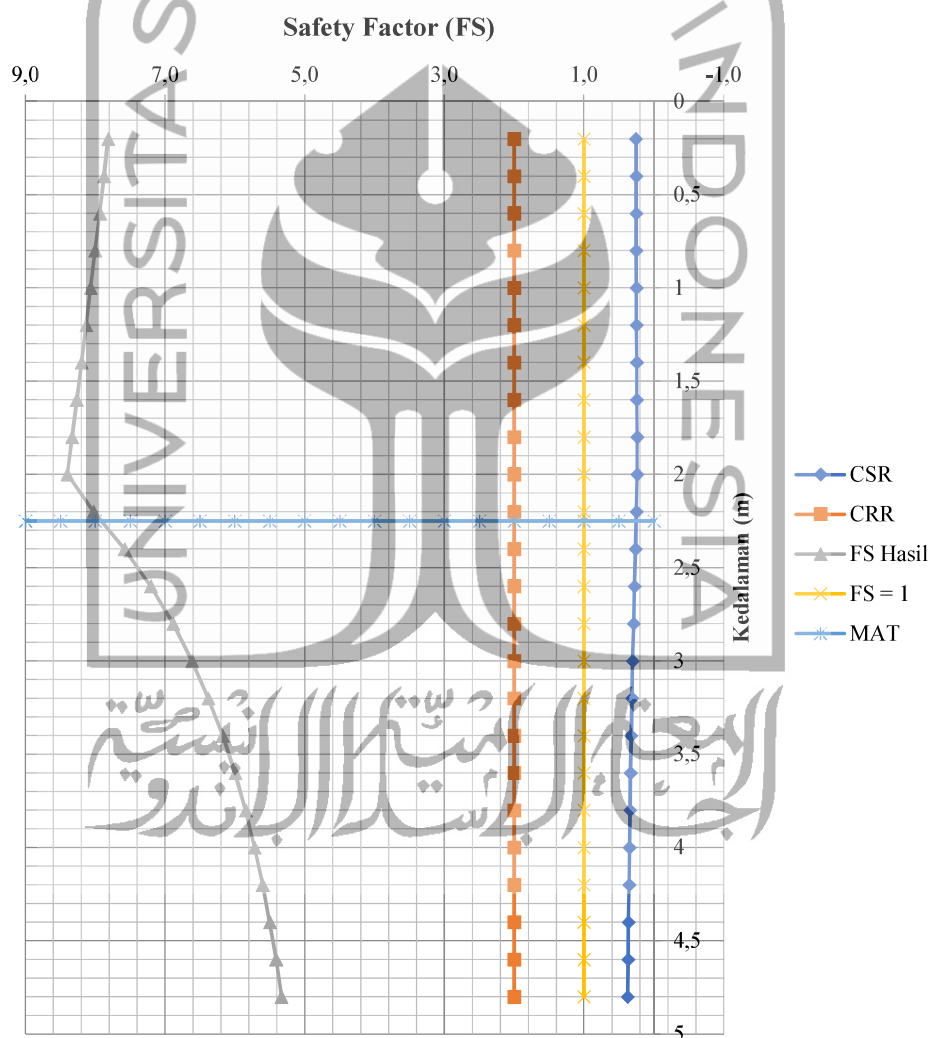
**Lanjutan Tabel 5.52 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-07**

Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qcIN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
m	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>							
3,8	18,9788	18978,8	45,533	30,327	1,511	342,368	0,855	0,334	2,000	5,995	Tidak Terjadi Likuifaksi
4	15,9749	15974,9	48,172	31,004	1,411	285,017	0,847	0,342	2,000	5,845	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,2	14,384	14384	50,810	31,681	1,468	253,877	0,839	0,350	2,000	5,714	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,4	15,3198	15319,8	53,449	32,358	0,000	267,551	0,832	0,357	2,000	5,599	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,6	14,5439	14543,9	56,088	33,035	1,000	251,385	0,824	0,364	2,000	5,498	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,8	20,8253	20825,3	58,727	33,711	2,000	356,324	0,816	0,370	2,000	5,409	Tidak Terjadi Likuifaksi
5	20,2366	20236,6	61,366	34,388	3,000	342,827	0,809	0,375	2,000	5,330	Tidak Terjadi Likuifaksi

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 الجامعة الإسلامية في اندونيسيا



Berdasarkan pada hasil perhitungan data CPT setelah pemadatan di titik CPT-07 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.27 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji pada CPT. Dimana apabila nilai FS lebih dari 1 menunjukkan bahwa aman dari potensi likuifaksi dan pada titik CPT-01 ini semua lapisan tanah di setiap kedalaman aman dari likuifaksi selain karena memiliki nilai *Safety Factor*  $> 1$  dan karena nilai  $(q_{cIN})_{cs} > 211$  sehingga didapatkan nilai  $CRR_{7,5} = 2$ .



Gambar 5.27 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-07)

e. CPT-09

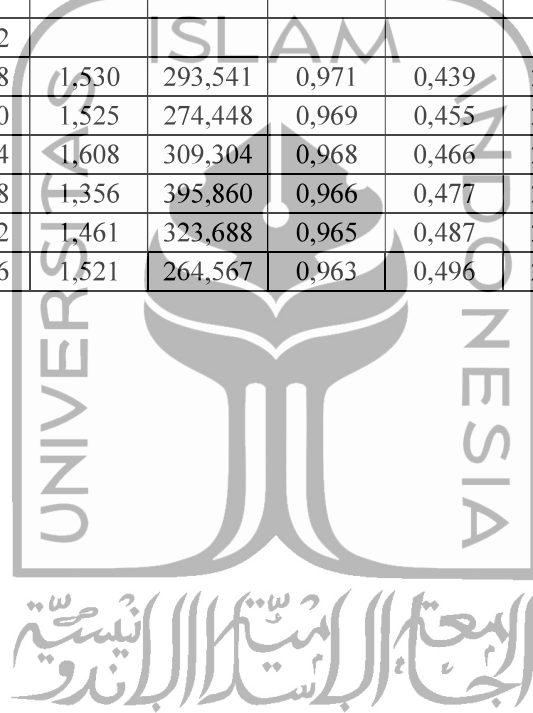
Rekapitulasi hasil potensi likuifaksi pada titik CPT-09 dapat dilihat pada Tabel 5.53 dan Gambar 5.32 berikut ini.

**Tabel 5.53 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-09**

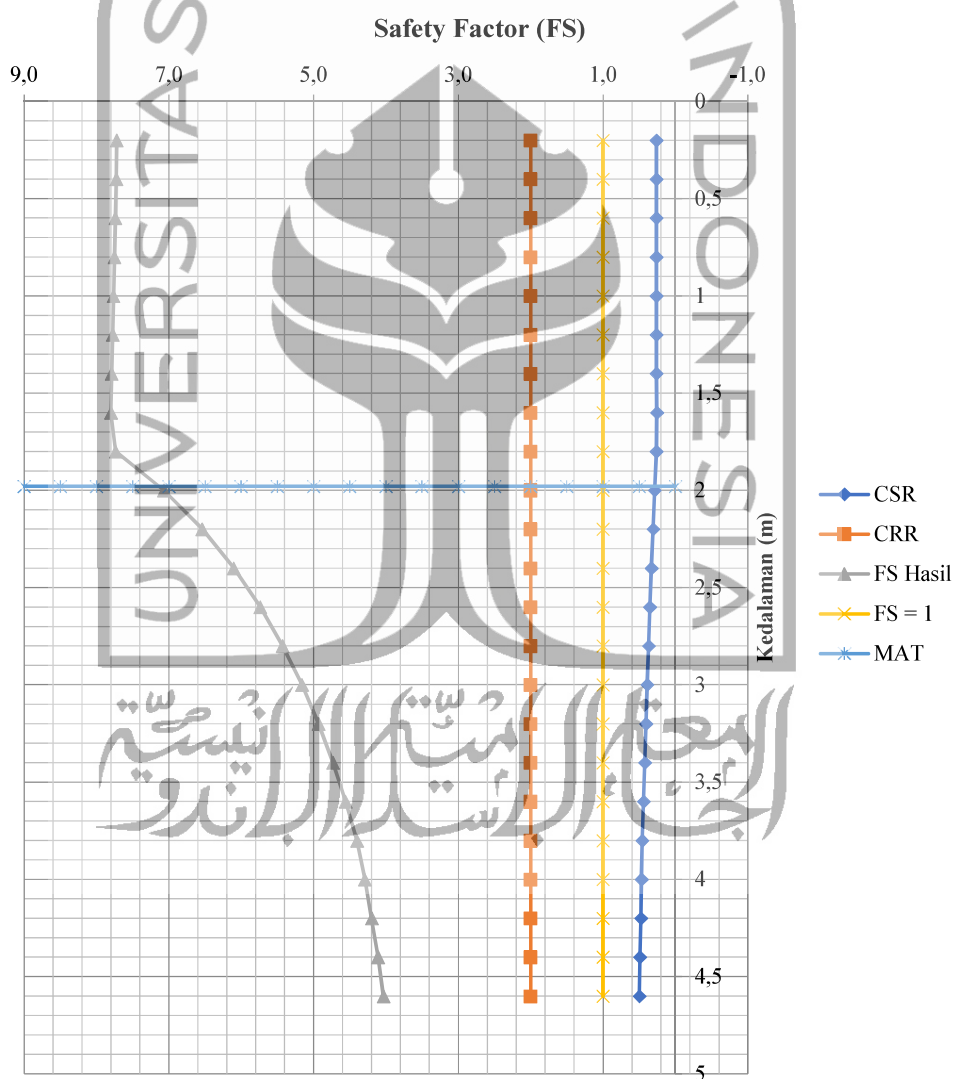
Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qcIN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
m	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>							
0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0,4	7,3448	7344,8	2,214	2,214	3,728	490,380	0,997	0,259	2,000	7,716	Tidak Terjadi Likuifaksi
0,6	13,2402	13240,2	4,428	4,428	3,960	625,075	0,995	0,259	2,000	7,728	Tidak Terjadi Likuifaksi
0,8	20,6485	20648,5	6,642	6,642	1,671	795,941	0,994	0,258	2,000	7,740	Tidak Terjadi Likuifaksi
1	28,0178	28017,8	8,856	8,856	1,398	935,313	0,992	0,258	2,000	7,752	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,2	27,0352	27035,2	11,070	11,070	1,096	807,230	0,991	0,258	2,000	7,764	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,4	19,5022	19502,2	13,284	13,284	1,290	531,570	0,989	0,257	2,000	7,776	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,6	24,4345	24434,5	15,498	15,498	1,396	616,605	0,988	0,257	2,000	7,788	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,8	27,2029	27202,9	17,712	17,712	1,274	642,130	0,986	0,256	2,000	7,800	Tidak Terjadi Likuifaksi
2	22,5669	22566,9	19,926	19,730	1,330	504,722	0,985	0,259	2,000	7,735	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,2	19,5178	19517,8	22,380	20,222	1,411	431,184	0,983	0,283	2,000	7,069	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,4	19,6269	19626,9	24,834	20,714	1,384	428,414	0,982	0,306	2,000	6,536	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,6	21,8845	21884,5	27,288	21,206	1,398	472,118	0,980	0,328	2,000	6,099	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,8	18,7029	18702,9	29,742	21,698	1,432	398,880	0,979	0,349	2,000	5,735	Tidak Terjadi Likuifaksi
3	18,5001	18500,1	32,196	22,190	1,443	390,157	0,977	0,369	2,000	5,426	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,2	17,9854	17985,4	34,650	22,682	1,464	375,166	0,976	0,387	2,000	5,162	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,4	17,8568	17856,8	37,104	23,174	1,428	368,508	0,974	0,405	2,000	4,933	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,6	14,0435	14043,5	39,558	23,666	1,499	286,785	0,972	0,423	2,000	4,732	Tidak Terjadi Likuifaksi

**Lanjutan Tabel 5.53 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-09**

Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qcIN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
m	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>							
3,8	14,523	14523	42,012	24,158	1,530	293,541	0,971	0,439	2,000	4,556	Tidak Terjadi Likuifaksi
4	13,7159	13715,9	44,466	24,650	1,525	274,448	0,969	0,455	2,000	4,399	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,2	15,7357	15735,7	47,322	25,544	1,608	309,304	0,968	0,466	2,000	4,290	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,4	20,4886	20488,6	50,178	26,438	1,356	395,860	0,966	0,477	2,000	4,194	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,6	17,0341	17034,1	53,034	27,332	1,461	323,688	0,965	0,487	2,000	4,109	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,8	14,1487	14148,7	55,890	28,226	1,521	264,567	0,963	0,496	2,000	4,033	Tidak Terjadi Likuifaksi



Berdasarkan pada hasil perhitungan data CPT setelah pemadatan di titik CPT-09 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.28 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji pada CPT. Dimana apabila nilai FS lebih dari 1 menunjukkan bahwa aman dari potensi likuifaksi dan pada titik CPT-01 ini semua lapisan tanah di setiap kedalaman aman dari likuifaksi selain karena memiliki nilai *Safety Factor*  $> 1$  dan karena nilai  $(q_{cIN})_{cs} > 211$  sehingga didapatkan nilai  $CRR_{7,5} = 2$ .



Gambar 5.28 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-09)

f. CPT-11

Rekapitulasi hasil potensi likuifaksi pada titik CPT-11 dapat dilihat pada Tabel 5.54 dan Gambar 5.33 berikut ini.

**Tabel 5.54 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-11**

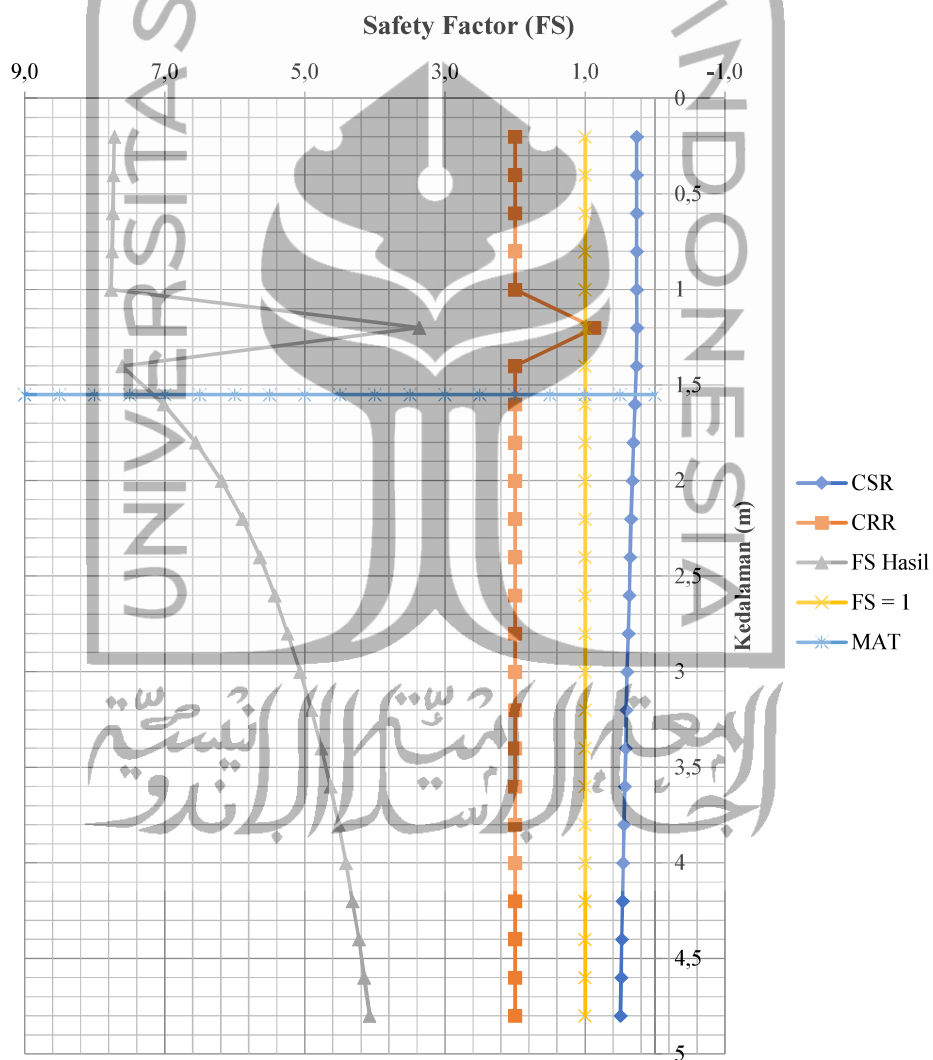
Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma$	$\sigma'$	IC	qclN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
m											
0,2											
0,4	9,2047	9204,7	3,044	3,044	3,524	524,118	0,997	0,259	2,000	7,716	Tidak Terjadi Likuifaksi
0,6	17,5137	17513,7	6,088	6,088	2,450	705,151	0,995	0,259	2,000	7,728	Tidak Terjadi Likuifaksi
0,8	21,054	21054	9,132	9,132	1,742	692,139	0,994	0,258	2,000	7,740	Tidak Terjadi Likuifaksi
1	22,6137	22613,7	12,176	12,176	1,534	643,815	0,992	0,258	2,000	7,752	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,2	19,6269	19626,9	15,220	15,220	1,391	499,788	0,991	0,258	2,000	7,764	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,4	8,3313	8331,3	18,264	18,264	1,567	193,667	0,989	0,257	0,866	3,366	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,6	5,6643	5664,3	21,308	20,818	3,238	123,331	0,988	0,263	2,000	7,608	Tidak Terjadi Likuifaksi
1,8	9,0253	9025,3	24,352	21,900	3,633	191,596	0,986	0,285	2,000	7,014	Tidak Terjadi Likuifaksi
2	13,0609	13060,9	27,396	22,982	2,721	270,661	0,985	0,305	2,000	6,553	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,2	14,6595	14659,5	30,440	24,064	2,021	296,880	0,983	0,323	2,000	6,185	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,4	17,0653	17065,3	33,484	25,146	1,746	338,085	0,982	0,340	2,000	5,885	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,6	13,7744	13774,4	36,528	26,228	1,761	267,200	0,980	0,355	2,000	5,635	Tidak Terjadi Likuifaksi
2,8	14,7882	14788,2	39,572	27,310	1,768	281,125	0,979	0,369	2,000	5,425	Tidak Terjadi Likuifaksi
3	12,4994	12499,4	42,616	28,392	1,676	233,043	0,977	0,381	2,000	5,245	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,2	11,2907	11290,7	45,255	29,068	1,837	208,043	0,976	0,395	2,000	5,065	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,4	10,8969	10896,9	47,894	29,745	1,842	198,489	0,974	0,408	2,000	4,905	Tidak Terjadi Likuifaksi

Lanjutan Tabel 5.54 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-11

Depth	qc (kN/m <sup>2</sup> )		σ	σ'	IC	qclN	rd	CSR	CRR	FS	STATUS
	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>									
m	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>							
3,6	8,9186	8918,6	50,532	30,422	2,652	160,637	0,972	0,420	2,000	4,762	Tidak Terjadi Likuifaksi
3,8	9,3139	9313,9	53,171	31,099	2,100	165,921	0,971	0,432	2,000	4,634	Tidak Terjadi Likuifaksi
4	9,0585	9058,5	55,810	31,776	2,098	159,644	0,969	0,443	2,000	4,518	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,2	9,9611	9961,1	58,449	32,452	2,051	173,711	0,968	0,453	2,000	4,413	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,4	12,7919	12791,9	61,088	33,129	0,000	220,786	0,966	0,463	2,000	4,317	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,6	17,3421	17342,1	63,726	33,806	1,000	296,311	0,965	0,473	2,000	4,229	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,8	16,0359	16035,9	66,365	34,483	2,000	271,290	0,963	0,482	2,000	4,149	Tidak Terjadi Likuifaksi
5	17,8217	17821,7	69,004	35,160	3,000	298,586	0,962	0,491	2,000	4,075	Tidak Terjadi Likuifaksi

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 الجامعة الإسلامية في اندونيسيا

Berdasarkan pada hasil perhitungan data CPT setelah pemadatan di titik CPT-11 didapatkan grafik seperti pada Gambar 5.29 yang berisikan sumbu x terdiri dari 3 variabel yaitu nilai CSR, CRR, dan FS dan pada sumbu y merupakan kedalaman titik uji pada CPT. Dimana apabila nilai FS lebih dari 1 menunjukkan bahwa aman dari potensi likuifaksi dan pada titik CPT-01 ini semua lapisan tanah di setiap kedalaman aman dari likuifaksi selain karena memiliki nilai *Safety Factor*  $> 1$  dan karena nilai  $(q_{cIN})_{cs} > 211$  sehingga didapatkan nilai  $CRR_{7,5} = 2$ .



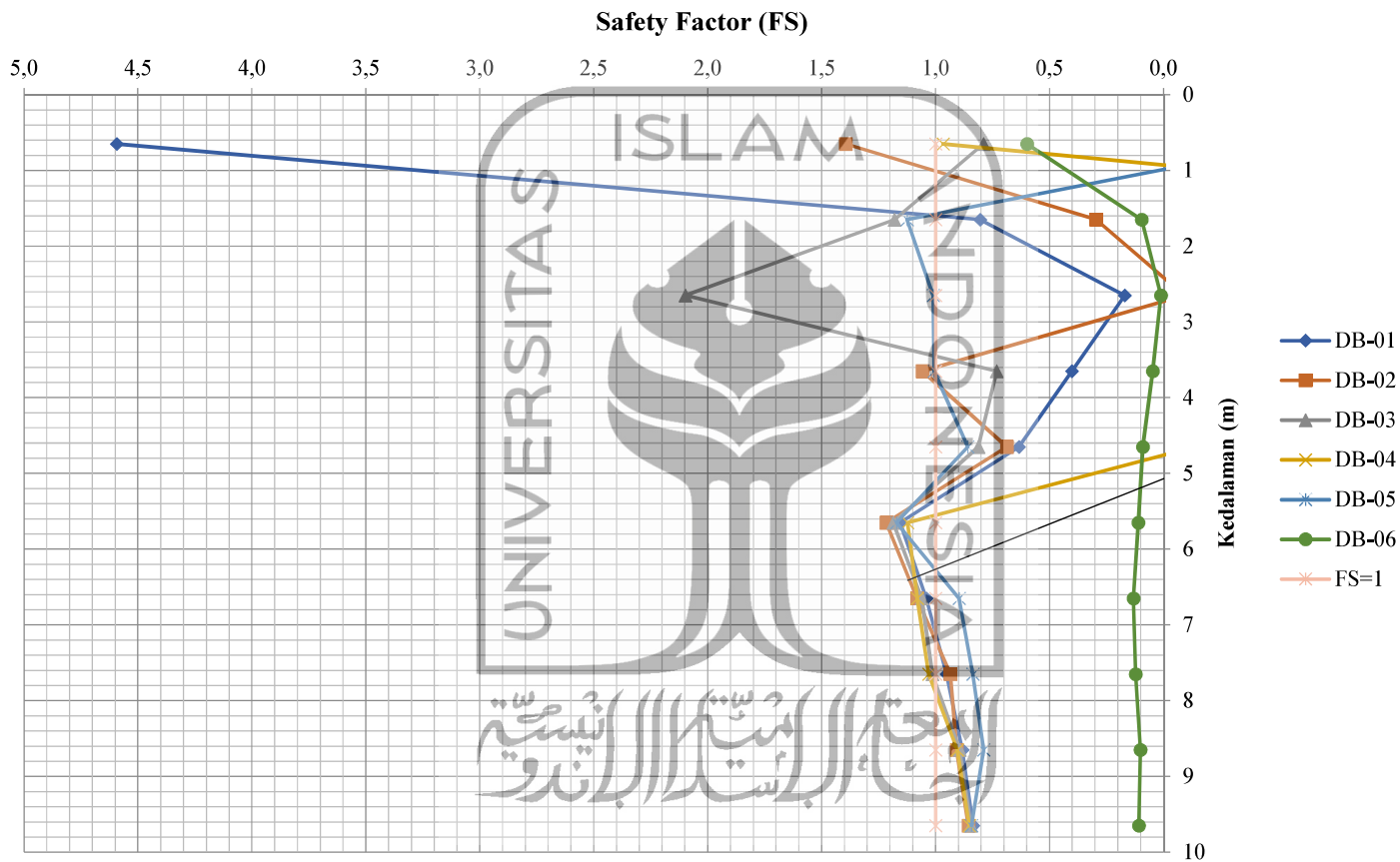
**Gambar 5.29 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-11)**

Berdasarkan hasil perhitungan dari 6 titik landasan pacu setelah dilakukan pemadatan dari data SPT di titik DB-01, DB-02, DB-03, DB-04, DB-05, DB-06 dan CPT di titik CPT-01, CPT-02, CPT-03, CPT-07, CPT-09, CPT-11 diatas dapat diperoleh hasil bahwa terdapat potensi terjadinya likuifaksi pada Proyek Pembangunan *New Yogyakarta International Airport* (NYIA). Terdapat 5 garis tinjauan pada grafik hasil pengolahan data, yaitu garis berwarna biru tua menggambarkan nilai CSR, garis berwarna jingga menggambarkan nilai CRR, garis berwarna abu-abu menggambarkan nilai FS, garis berwarna biru muda menggambarkan nilai muka air tanah pada titik tersebut, dan garis kuning menggambarkan faktor keamanan. Apabila garis berwarna abu-abu yakni yang menunjukkan nilai FS tidak melebihi garis berwarna kuning, yakni garis faktor keamanan, berarti menunjukkan bahwa adanya potensi terjadi likuifaksi di daerah tersebut. Namun sebaliknya, jika garis berwarna abu-abu yakni yang menunjukkan nilai FS melebihi garis berwarna kuning, yakni garis faktor keamanan, berarti menunjukkan bahwa adanya potensi terjadi likuifaksi di daerah tersebut.

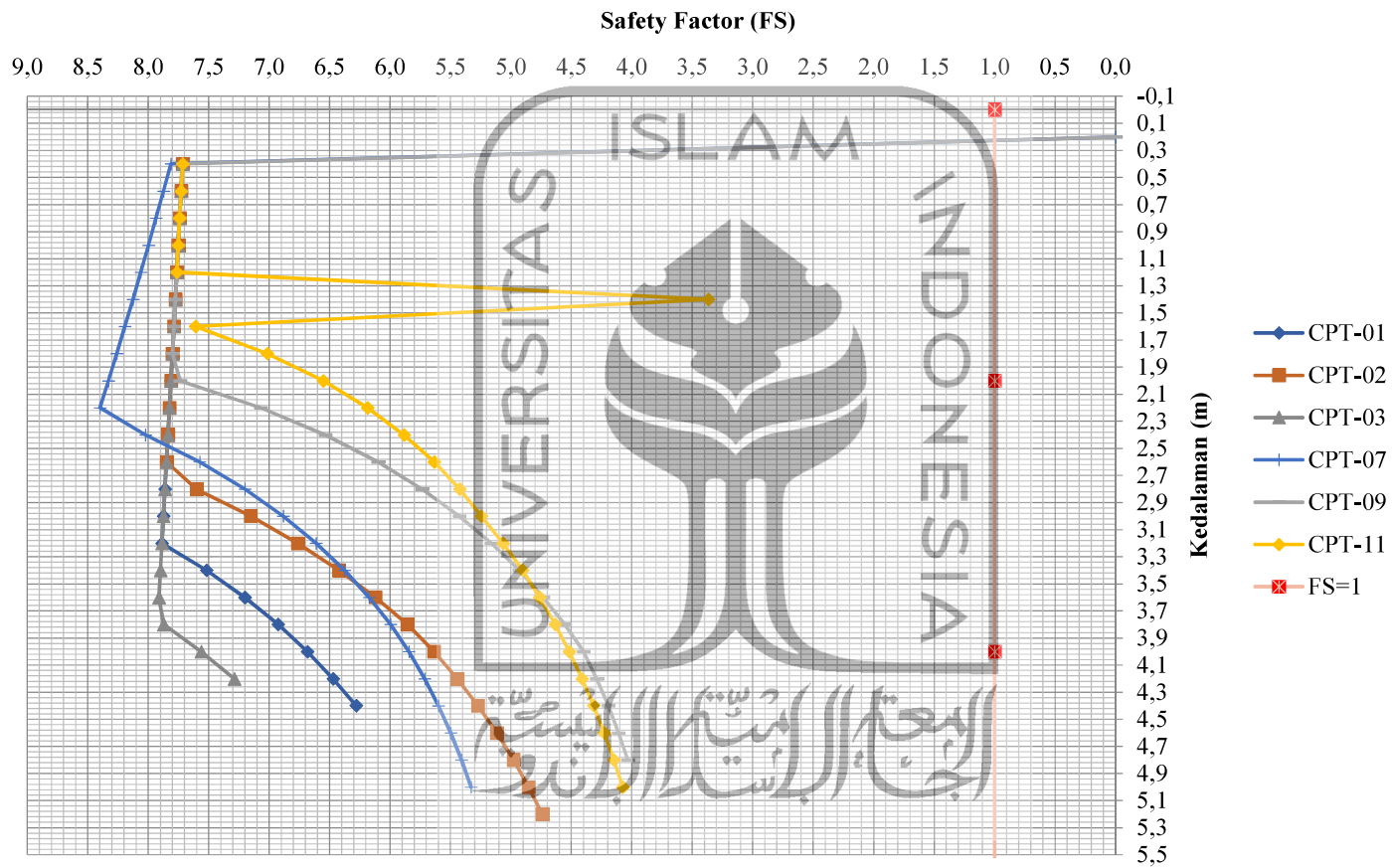
Jika melihat dari jenis tanah di lokasi Proyek Pembangunan *New Yogyakarta International Airport* (NYIA) termasuk jenis tanah berpasir yang berarti tanah tersebut memiliki gradasi butiran yang kurang baik. Pada 6 titik yang telah ditinjau untuk dianalisis dengan menggunakan data SPT dan CPT dapat diketahui bahwa seluruh titik aman dari potensi terjadinya likuifaksi.

الجمعة الإسلامية الأندلسية





Gambar 5.30 Grafik FS vs Kedalaman Berdasarkan Nilai SPT



Gambar 5.31 Grafik FS vs Kedalaman Berdasarkan Nilai CPT

**Tabel 5.55 Rekapitulasi Perhitungan SPT Sebelum dan Setelah Pemadatan**

SPT	Lapisan	Kedalaman	Tanah Asli			Status	Kedalaman	Tanah Setelah Pemadatan			Status
			CSR	CRR	FS			CSR	CRR	FS	
DB-01	1	2	0,2560	0,3676	1,4357	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,65	0,2587	1,1882	4,5927	Tidak Terjadi Likuifaksi
	2	4	0,2965	0,1748	0,5894	Terjadi Likuifaksi	1,65	0,2567	0,2065	0,8044	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3	6	0,3724	0,2822	0,7577	Terjadi Likuifaksi	2,65	0,2547	0,0434	0,1703	Tidak Terjadi Likuifaksi
	4	8	0,4205	0,7473	1,7771	Tidak Terjadi Likuifaksi	3,65	0,3158	0,1268	0,4015	Tidak Terjadi Likuifaksi
	5	10	0,4439	0,3799	0,8558	Tidak Terjadi Likuifaksi	4,65	0,3670	0,2325	0,6336	Tidak Terjadi Likuifaksi
	6	12	0,4442	0,3522	0,7928	Tidak Terjadi Likuifaksi	5,65	0,4038	0,4666	1,1555	Tidak Terjadi Likuifaksi
	7	14	0,4461	0,3397	0,7614	Tidak Terjadi Likuifaksi	6,65	0,4321	0,4497	1,0409	Tidak Terjadi Likuifaksi
	8	-	-	-	-	-	7,65	0,0000	0,4394	0,9524	Tidak Terjadi Likuifaksi
	9	-	-	-	-	-	8,65	0,4614	0,4294	0,8827	Tidak Terjadi Likuifaksi
	10	-	-	-	-	-	9,65	0,0000	0,4197	0,8349	Tidak Terjadi Likuifaksi
DB-02	1	2	0,2560	0,1674	0,6540	Terjadi Likuifaksi	0,65	0,2587	0,3608	1,3948	Tidak Terjadi Likuifaksi
	2	4	0,3488	0,1426	0,4089	Terjadi Likuifaksi	1,65	0,2567	0,0756	0,2944	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3	6	0,4473	0,4877	1,0901	Tidak Terjadi Likuifaksi	2,65	0,2547	-0,0232	-0,0912	Tidak Terjadi Likuifaksi
	4	8	0,5120	0,4635	0,9052	Tidak Terjadi Likuifaksi	3,65	0,2900	0,3066	1,0572	Tidak Terjadi Likuifaksi
	5	10	0,5453	0,4404	0,8076	Tidak Terjadi Likuifaksi	4,65	0,3458	0,2376	0,6871	Tidak Terjadi Likuifaksi
	6	12	0,5370	0,4114	0,7661	Tidak Terjadi Likuifaksi	5,65	0,3914	0,4761	1,2163	Tidak Terjadi Likuifaksi
	7	-	-	-	-	-	6,65	0,4290	0,4641	1,0820	Tidak Terjadi Likuifaksi
	8	-	-	-	-	-	7,65	0,0000	0,4302	0,9348	Tidak Terjadi Likuifaksi
	9	-	-	-	-	-	8,65	0,4602	0,4414	0,9073	Tidak Terjadi Likuifaksi
	10	-	-	-	-	-	9,65	0,0000	0,4305	0,8557	Tidak Terjadi Likuifaksi

**Lanjutan Tabel 5.55 Rekapitulasi Perhitungan SPT Sebelum dan Setelah Pemadatan**

SPT	Lapisan	Kedalaman	Tanah Asli			Status	Kedalaman	Tanah Setelah Pemadatan			Status
			CSR	CRR	FS			CSR	CRR	FS	
DB-03	1	2	0,2560	0,1811	0,7075	Terjadi Likuifaksi	0,65	0,2587	0,2042	0,7893	Terjadi Likuifaksi
	2	4	0,2638	0,2002	0,7588	Terjadi Likuifaksi	1,65	0,2567	0,3029	1,1798	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3	6	0,3465	0,2595	0,7488	Terjadi Likuifaksi	2,65	0,2547	0,5344	2,0979	Tidak Terjadi Likuifaksi
	4	8	0,4078	0,4184	1,0260	Tidak Terjadi Likuifaksi	3,65	0,3007	0,2202	0,7323	Tidak Terjadi Likuifaksi
	5	10	0,4407	0,3942	0,8946	Tidak Terjadi Likuifaksi	4,65	0,3528	0,2866	0,8123	Tidak Terjadi Likuifaksi
	6	12	0,4367	0,3593	0,8227	Tidak Terjadi Likuifaksi	5,65	0,3960	0,4695	1,1855	Tidak Terjadi Likuifaksi
	7	14	0,4245	0,3262	0,7685	Tidak Terjadi Likuifaksi	6,65	0,4322	0,4582	1,0603	Tidak Terjadi Likuifaksi
	8	-	-	-	-	-	7,65	0,0000	0,4692	1,0140	Tidak Terjadi Likuifaksi
	9	-	-	-	-	-	8,65	0,4627	0,4368	0,8941	Tidak Terjadi Likuifaksi
	10	-	-	-	-	-	9,65	0,0000	0,4240	0,8458	Tidak Terjadi Likuifaksi
DB-04	1	2	0,2560	0,1649	0,6441	Terjadi Likuifaksi	0,65	0,2587	0,2499	0,9661	Terjadi Likuifaksi
	2	4	0,3370	0,1130	0,3352	Terjadi Likuifaksi	1,65	0,2567	-0,6428	-2,5040	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3	6	0,4281	0,2847	0,6650	Terjadi Likuifaksi	2,65	0,2547	-0,1109	-0,4354	Tidak Terjadi Likuifaksi
	4	8	0,5019	0,4574	0,9113	Tidak Terjadi Likuifaksi	3,65	0,2897	-0,6400	-2,2092	Tidak Terjadi Likuifaksi
	5	10	0,5495	0,4427	0,8056	Tidak Terjadi Likuifaksi	4,65	0,3409	-0,0470	-0,1380	Tidak Terjadi Likuifaksi
	6	12	0,5151	0,3978	0,7723	Tidak Terjadi Likuifaksi	5,65	0,3836	0,4305	1,1221	Tidak Terjadi Likuifaksi
	7	14	0,4753	0,3519	0,7403	Tidak Terjadi Likuifaksi	6,65	0,4196	0,4535	1,0808	Tidak Terjadi Likuifaksi
	8	-	-	-	-	-	7,65	0,4542	0,4679	1,0301	Tidak Terjadi Likuifaksi
	9	-	-	-	-	-	8,65	0,4851	0,4389	0,9048	Tidak Terjadi Likuifaksi
	10	-	-	-	-	-	9,65	0,5072	0,4319	0,8514	Tidak Terjadi Likuifaksi

**Lanjutan Tabel 5.55 Rekapitulasi Perhitungan SPT Sebelum dan Setelah Pemadatan**

SPT	Lapisan	Kedalaman	Tanah Asli			Status	Kedalaman	Tanah Setelah Pemadatan			Status
			CSR	CRR	FS			CSR	CRR	FS	
DB-05	1	2	0,2560	0,1373	0,5363	Terjadi Likuifaksi	0,65	0,2587	-0,1492	-0,5768	Tidak Terjadi Likuifaksi
	2	4	0,4054	0,3056	0,7539	Terjadi Likuifaksi	1,65	0,2567	0,2888	1,1248	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3	6	0,4917	0,4960	1,0089	Tidak Terjadi Likuifaksi	2,65	0,2547	0,2573	1,0102	Tidak Terjadi Likuifaksi
	4	8	0,5420	0,4660	0,8597	Tidak Terjadi Likuifaksi	3,65	0,3112	0,3130	1,0057	Tidak Terjadi Likuifaksi
	5	10	0,5641	0,4392	0,7785	Tidak Terjadi Likuifaksi	4,65	0,3649	0,3130	0,8579	Tidak Terjadi Likuifaksi
	6	12	0,5567	0,4130	0,7418	Tidak Terjadi Likuifaksi	5,65	0,4062	0,4758	1,1713	Tidak Terjadi Likuifaksi
	7	-	-	-	-	-	6,65	0,5521	0,4951	0,8968	Tidak Terjadi Likuifaksi
	8	-	-	-	-	-	7,65	0,5744	0,4803	0,8362	Tidak Terjadi Likuifaksi
	9	-	-	-	-	-	8,65	0,5916	0,4661	0,7879	Tidak Terjadi Likuifaksi
	10	-	-	-	-	-	9,65	0,5014	0,4222	0,8420	Tidak Terjadi Likuifaksi
DB-06	1	2	0,2560	0,1173	0,4581	Terjadi Likuifaksi	0,65	1,8612	1,1134	0,5982	Tidak Terjadi Likuifaksi
	2	4	0,3482	0,2277	0,6539	Terjadi Likuifaksi	1,65	1,8468	0,1778	0,0963	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3	6	0,4293	0,4603	1,0722	Tidak Terjadi Likuifaksi	2,65	1,8324	0,0206	0,0112	Tidak Terjadi Likuifaksi
	4	8	0,4836	0,4361	0,9016	Tidak Terjadi Likuifaksi	3,65	2,1077	0,0979	0,0465	Tidak Terjadi Likuifaksi
	5	10	0,5122	0,4133	0,8069	Tidak Terjadi Likuifaksi	4,65	2,4283	0,2184	0,0899	Tidak Terjadi Likuifaksi
	6	12	0,5139	0,3908	0,7605	Tidak Terjadi Likuifaksi	5,65	2,6971	0,2967	0,1100	Tidak Terjadi Likuifaksi
	7	-	-	-	-	-	6,65	3,5280	0,4641	0,1316	Tidak Terjadi Likuifaksi
	8	-	-	-	-	-	7,65	3,7077	0,4517	0,1218	Tidak Terjadi Likuifaksi
	9	-	-	-	-	-	8,65	3,8143	0,3831	0,1004	Tidak Terjadi Likuifaksi
	10	-	-	-	-	-	9,65	3,7089	0,3996	0,1077	Tidak Terjadi Likuifaksi

**Tabel 5.56 Rekapitulasi Perhitungan CPT Sebelum dan Setelah Pematatan**

CPT	Kedalaman	Tanah Asli			Status	Tanah setelah pematatan			Status
		CSR	CRR	FS		CSR	CRR	FS	
CPT-01	0,2								
	0,4	0,259	0,087	0,336	Likuifaksi	0,259	2,000	7,716	Tidak Terjadi Likuifaksi
	0,6	0,259	0,147	0,569	Likuifaksi	0,259	2,000	7,728	Tidak Terjadi Likuifaksi
	0,8	0,258	0,192	0,742	Likuifaksi	0,258	2,000	7,740	Tidak Terjadi Likuifaksi
	1	0,258	0,273	1,057	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,258	2,000	7,752	Tidak Terjadi Likuifaksi
	1,2	0,258	2,000	7,764	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,258	2,000	7,764	Tidak Terjadi Likuifaksi
	1,4	0,257	1,316	5,117	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,257	2,000	7,776	Tidak Terjadi Likuifaksi
	1,6	0,257	2,000	7,788	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,257	2,000	7,788	Tidak Terjadi Likuifaksi
	1,8	0,256	0,431	1,679	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,256	2,000	7,800	Tidak Terjadi Likuifaksi
	2	0,256	0,330	1,290	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,256	2,000	7,812	Tidak Terjadi Likuifaksi
	2,2	0,256	1,254	4,906	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,256	2,000	7,824	Tidak Terjadi Likuifaksi
	2,4	0,255	2,000	7,836	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,255	2,000	7,836	Tidak Terjadi Likuifaksi
	2,6	0,255	0,507	1,990	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,255	2,000	7,848	Tidak Terjadi Likuifaksi
	2,8	0,254	0,215	0,846	Likuifaksi	0,254	2,000	7,861	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3	0,254	0,561	2,209	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,254	2,000	7,873	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3,2	0,254	2,000	7,885	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,254	2,000	7,885	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3,4	0,266	0,249	0,937	Likuifaksi	0,266	2,000	7,518	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3,6	0,278	0,212	0,762	Likuifaksi	0,278	2,000	7,202	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3,8	0,289	0,283	0,979	Likuifaksi	0,289	2,000	6,926	Tidak Terjadi Likuifaksi
	4	0,299	0,228	0,764	Likuifaksi	0,299	2,000	6,685	Tidak Terjadi Likuifaksi
4,2	0,309	0,402	1,300	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,309	2,000	6,471	Tidak Terjadi Likuifaksi	

**Lanjutan Tabel 5.56 Rekapitulasi Perhitungan CPT Sebelum dan Setelah Pemadatan**

CPT	Kedalaman	Tanah Asli			Status	Tanah setelah pemadatan			Status
		CSR	CRR	FS		CSR	CRR	FS	
	4,4	0,318	0,255	0,800	Likui-faksi	0,318	2,000	6,281	Tidak Terjadi Likui-faksi
	4,6	0,327	0,365	1,116	Tidak Terjadi Likui-faksi				
	4,8	0,336	2,000	5,957	Tidak Terjadi Likui-faksi				
	5	0,344	0,439	1,277	Tidak Terjadi Likui-faksi				
CPT-02	0,2								
	0,4	0,26	0,12	0,46	Likui-faksi	0,26	2,00	7,72	Tidak Terjadi Likui-faksi
	0,6	0,26	0,16	0,62	Likui-faksi	0,26	2,00	7,73	Tidak Terjadi Likui-faksi
	0,8	0,26	0,16	0,61	Likui-faksi	0,26	2,00	7,74	Tidak Terjadi Likui-faksi
	1	0,26	0,13	0,49	Likui-faksi	0,26	2,00	7,75	Tidak Terjadi Likui-faksi
	1,2	0,26	0,13	0,50	Likui-faksi	0,26	2,00	7,76	Tidak Terjadi Likui-faksi
	1,4	0,26	0,57	2,20	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,26	2,00	7,78	Tidak Terjadi Likui-faksi
	1,6	0,26	0,66	2,57	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,26	2,00	7,79	Tidak Terjadi Likui-faksi
	1,8	0,26	0,38	1,48	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,26	2,00	7,80	Tidak Terjadi Likui-faksi
	2	0,26	2,00	7,81	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,26	2,00	7,81	Tidak Terjadi Likui-faksi
	2,2	0,26	1,78	6,96	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,26	2,00	7,82	Tidak Terjadi Likui-faksi
	2,4	0,26	0,57	2,25	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,26	2,00	7,84	Tidak Terjadi Likui-faksi
	2,6	0,25	1,10	4,32	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,25	2,00	7,85	Tidak Terjadi Likui-faksi
	2,8	0,26	0,26	0,98	Likui-faksi	0,26	2,00	7,60	Tidak Terjadi Likui-faksi
	3	0,28	0,52	1,87	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,28	2,00	7,15	Tidak Terjadi Likui-faksi
	3,2	0,30	0,11	0,37	Likui-faksi	0,30	2,00	6,76	Tidak Terjadi Likui-faksi
3,4	0,31	0,10	0,32	Likui-faksi	0,31	2,00	6,42	Tidak Terjadi Likui-faksi	

**Lanjutan Tabel 5.56 Rekapitulasi Perhitungan CPT Sebelum dan Setelah Pematatan**

CPT	Kedalaman	Tanah Asli			Status	Tanah setelah pematatan			Status
		CSR	CRR	FS		CSR	CRR	FS	
	3,6	0,33	0,21	0,64	Likuifaksi	0,33	2,00	6,12	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3,8	0,34	0,09	0,28	Likuifaksi	0,34	2,00	5,86	Tidak Terjadi Likuifaksi
	4	0,35	0,10	0,27	Likuifaksi	0,35	2,00	5,64	Tidak Terjadi Likuifaksi
	4,2	0,37	0,09	0,24	Likuifaksi	0,37	2,00	5,44	Tidak Terjadi Likuifaksi
	4,4	0,38	0,12	0,31	Likuifaksi	0,38	2,00	5,27	Tidak Terjadi Likuifaksi
	4,6	0,39	0,13	0,34	Likuifaksi	0,39	2,00	5,12	Tidak Terjadi Likuifaksi
	4,8	0,40	0,27	0,68	Likuifaksi	0,40	2,00	4,98	Tidak Terjadi Likuifaksi
	5	0,41	0,70	1,69	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,41	2,00	4,85	Tidak Terjadi Likuifaksi
	5,2	0,42	2,00	4,74	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,42	2,00	4,74	Tidak Terjadi Likuifaksi
	5,4	0,43	2,00	4,64	Tidak Terjadi Likuifaksi				
	5,6	0,44	2,00	4,54	Tidak Terjadi Likuifaksi				
CPT-03	0,2								
	0,4	0,259	0,106	0,408	Likuifaksi	0,259	2,000	7,716	Tidak Terjadi Likuifaksi
	0,6	0,259	0,099	0,384	Likuifaksi	0,259	2,000	7,728	Tidak Terjadi Likuifaksi
	0,8	0,258	0,113	0,436	Likuifaksi	0,258	2,000	7,740	Tidak Terjadi Likuifaksi
	1	0,258	0,126	0,490	Likuifaksi	0,258	2,000	7,752	Tidak Terjadi Likuifaksi
	1,2	0,258	0,187	0,727	Likuifaksi	0,258	2,000	7,764	Tidak Terjadi Likuifaksi
	1,4	0,257	0,135	0,524	Likuifaksi	0,257	2,000	7,776	Tidak Terjadi Likuifaksi
	1,6	0,257	0,150	0,583	Likuifaksi	0,257	2,000	7,788	Tidak Terjadi Likuifaksi
	1,8	0,256	0,168	0,653	Likuifaksi	0,256	2,000	7,800	Tidak Terjadi Likuifaksi
	2	0,256	0,210	0,818	Likuifaksi	0,256	2,000	7,812	Tidak Terjadi Likuifaksi



**Lanjutan Tabel 5.56 Rekapitulasi Perhitungan CPT Sebelum dan Setelah Pematatan**

CPT	Kedalaman	Tanah Asli			Status	Tanah setelah pematatan			Status
		CSR	CRR	FS		CSR	CRR	FS	
	2,2	0,256	1,018	3,982	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,256	2,000	7,824	Tidak Terjadi Likuifaksi
	2,4	0,255	0,287	1,125	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,255	2,000	7,836	Tidak Terjadi Likuifaksi
	2,6	0,255	2,000	7,848	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,255	2,000	7,848	Tidak Terjadi Likuifaksi
	2,8	0,254	0,469	1,845	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,254	2,000	7,861	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3	0,254	0,540	2,127	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,254	2,000	7,873	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3,2	0,254	1,467	5,783	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,254	2,000	7,885	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3,4	0,253	0,381	1,505	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,253	2,000	7,898	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3,6	0,253	0,469	1,854	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,253	2,000	7,910	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3,8	0,254	0,616	2,424	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,254	2,000	7,871	Tidak Terjadi Likuifaksi
	4	0,264	1,592	6,020	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,264	2,000	7,563	Tidak Terjadi Likuifaksi
	4,2	0,274	1,083	3,946	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,274	2,000	7,288	Tidak Terjadi Likuifaksi
CPT-07	0,2								
	0,4	0,256	0,264	1,031	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,256	2,000	7,812	Tidak Terjadi Likuifaksi
	0,6	0,254	0,198	0,779	Likuifaksi	0,254	2,000	7,873	Tidak Terjadi Likuifaksi
	0,8	0,252	0,602	2,389	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,252	2,000	7,935	Tidak Terjadi Likuifaksi
	1	0,250	0,516	2,065	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,250	2,000	7,998	Tidak Terjadi Likuifaksi
	1,2	0,248	2,000	8,062	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,248	2,000	8,062	Tidak Terjadi Likuifaksi
	1,4	0,246	2,000	8,128	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,246	2,000	8,128	Tidak Terjadi Likuifaksi
	1,6	0,244	0,351	1,436	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,244	2,000	8,194	Tidak Terjadi Likuifaksi
	1,8	0,242	2,000	8,261	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,242	2,000	8,261	Tidak Terjadi Likuifaksi
	2	0,240	0,213	0,887	Likuifaksi	0,240	2,000	8,330	Tidak Terjadi Likuifaksi

**Lanjutan Tabel 5.56 Rekapitulasi Perhitungan CPT Sebelum dan Setelah Pematatan**

CPT	Kedalaman	Tanah Asli			Status	Tanah setelah pematatan			Status
		CSR	CRR	FS		CSR	CRR	FS	
	2,2	0,238	0,344	1,443	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,238	2,000	8,399	Tidak Terjadi Likui-faksi
	2,4	0,249	0,268	1,074	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,249	2,000	8,022	Tidak Terjadi Likui-faksi
	2,6	0,264	0,213	0,806	Likui-faksi	0,264	2,000	7,576	Tidak Terjadi Likui-faksi
	2,8	0,278	0,210	0,756	Likui-faksi	0,278	2,000	7,201	Tidak Terjadi Likui-faksi
	3	0,291	2,000	6,884	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,291	2,000	6,884	Tidak Terjadi Likui-faksi
	3,2	0,302	0,714	2,359	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,302	2,000	6,612	Tidak Terjadi Likui-faksi
	3,4	0,314	0,292	0,931	Likui-faksi	0,314	2,000	6,378	Tidak Terjadi Likui-faksi
	3,6	0,324	2,000	6,173	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,324	2,000	6,173	Tidak Terjadi Likui-faksi
	3,8	0,334	2,000	5,995	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,334	2,000	5,995	Tidak Terjadi Likui-faksi
	4	0,342	0,544	1,590	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,342	2,000	5,845	Tidak Terjadi Likui-faksi
	4,2	0,350	0,214	0,612	Likui-faksi	0,350	2,000	5,714	Tidak Terjadi Likui-faksi
	4,4	0,357	0,510	1,427	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,357	2,000	5,599	Tidak Terjadi Likui-faksi
	4,6	0,364	2,000	5,498	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,364	2,000	5,498	Tidak Terjadi Likui-faksi
	4,8	0,370	2,000	5,409	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,370	2,000	5,409	Tidak Terjadi Likui-faksi
	5	0,375	0,957	2,550	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,375	2,000	5,330	Tidak Terjadi Likui-faksi
CPT-09	0,2								
	0,4	0,259	0,131	0,504	Likui-faksi	0,259	2,000	7,716	Tidak Terjadi Likui-faksi
	0,6	0,259	0,125	0,482	Likui-faksi	0,259	2,000	7,728	Tidak Terjadi Likui-faksi
	0,8	0,258	0,163	0,629	Likui-faksi	0,258	2,000	7,740	Tidak Terjadi Likui-faksi
	1	0,258	0,154	0,597	Likui-faksi	0,258	2,000	7,752	Tidak Terjadi Likui-faksi
	1,2	0,258	0,240	0,931	Likui-faksi	0,258	2,000	7,764	Tidak Terjadi Likui-faksi

**Lanjutan Tabel 5.56 Rekapitulasi Perhitungan CPT Sebelum dan Setelah Pematatan**

CPT	Kedalaman	Tanah Asli			Status	Tanah setelah pematatan			Status
		CSR	CRR	FS		CSR	CRR	FS	
	1,4	0,257	0,370	1,440	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,257	2,000	7,776	Tidak Terjadi Likui-faksi
	1,6	0,257	0,179	0,696	Likui-faksi	0,257	2,000	7,788	Tidak Terjadi Likui-faksi
	1,8	0,256	0,176	0,686	Likui-faksi	0,256	2,000	7,800	Tidak Terjadi Likui-faksi
	2	0,259	0,191	0,740	Likui-faksi	0,259	2,000	7,735	Tidak Terjadi Likui-faksi
	2,2	0,283	0,249	0,880	Likui-faksi	0,283	2,000	7,069	Tidak Terjadi Likui-faksi
	2,4	0,306	0,339	1,108	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,306	2,000	6,536	Tidak Terjadi Likui-faksi
	2,6	0,328	2,000	6,099	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,328	2,000	6,099	Tidak Terjadi Likui-faksi
	2,8	0,349	0,185	0,529	Likui-faksi	0,349	2,000	5,735	Tidak Terjadi Likui-faksi
	3	0,369	0,146	0,396	Likui-faksi	0,369	2,000	5,426	Tidak Terjadi Likui-faksi
	3,2	0,387	0,192	0,495	Likui-faksi	0,387	2,000	5,162	Tidak Terjadi Likui-faksi
	3,4	0,405	0,412	1,016	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,405	2,000	4,933	Tidak Terjadi Likui-faksi
	3,6	0,423	0,430	1,017	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,423	2,000	4,732	Tidak Terjadi Likui-faksi
	3,8	0,439	2,000	4,556	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,439	2,000	4,556	Tidak Terjadi Likui-faksi
	4	0,455	0,239	0,526	Likui-faksi	0,455	2,000	4,399	Tidak Terjadi Likui-faksi
	4,2	0,466	0,307	0,658	Likui-faksi	0,466	2,000	4,290	Tidak Terjadi Likui-faksi
	4,4	0,477	2,000	4,194	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,477	2,000	4,194	Tidak Terjadi Likui-faksi
	4,6	0,487	2,000	4,109	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,487	2,000	4,109	Tidak Terjadi Likui-faksi
	4,8	0,496	2,000	4,033	Tidak Terjadi Likui-faksi	0,496	2,000	4,033	Tidak Terjadi Likui-faksi
CPT-11	0,2								
	0,4	0,259	0,150	0,577	Likui-faksi	0,259	2,000	7,716	Tidak Terjadi Likui-faksi
	0,6	0,259	0,161	0,622	Likui-faksi	0,259	2,000	7,728	Tidak Terjadi Likui-faksi

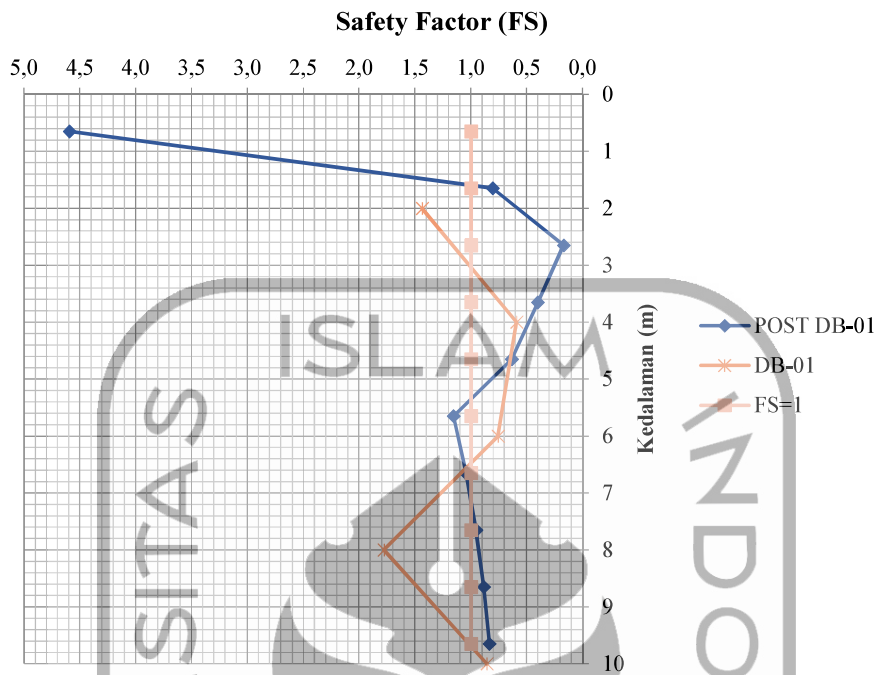
**Lanjutan Tabel 5.56 Rekapitulasi Perhitungan CPT Sebelum dan Setelah Pematatan**

CPT	Kedalaman	Tanah Asli			Status	Tanah setelah pematatan			Status
		CSR	CRR	FS		CSR	CRR	FS	
	0,8	0,258	0,187	0,722	Likuifaksi	0,258	2,000	7,740	Tidak Terjadi Likuifaksi
	1	0,258	0,249	0,966	Likuifaksi	0,258	2,000	7,752	Tidak Terjadi Likuifaksi
	1,2	0,258	0,189	0,733	Likuifaksi	0,258	2,000	7,764	Tidak Terjadi Likuifaksi
	1,4	0,257	0,191	0,744	Likuifaksi	0,257	0,866	3,366	Tidak Terjadi Likuifaksi
	1,6	0,263	0,210	0,797	Likuifaksi	0,263	2,000	7,608	Tidak Terjadi Likuifaksi
	1,8	0,285	0,179	0,627	Likuifaksi	0,285	2,000	7,014	Tidak Terjadi Likuifaksi
	2	0,305	0,166	0,545	Likuifaksi	0,305	2,000	6,553	Tidak Terjadi Likuifaksi
	2,2	0,323	0,186	0,576	Likuifaksi	0,323	2,000	6,185	Tidak Terjadi Likuifaksi
	2,4	0,340	0,185	0,546	Likuifaksi	0,340	2,000	5,885	Tidak Terjadi Likuifaksi
	2,6	0,355	0,208	0,587	Likuifaksi	0,355	2,000	5,635	Tidak Terjadi Likuifaksi
	2,8	0,369	0,148	0,402	Likuifaksi	0,369	2,000	5,425	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3	0,381	0,174	0,457	Likuifaksi	0,381	2,000	5,245	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3,2	0,395	0,213	0,539	Likuifaksi	0,395	2,000	5,065	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3,4	0,408	0,196	0,480	Likuifaksi	0,408	2,000	4,905	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3,6	0,420	0,223	0,532	Likuifaksi	0,420	2,000	4,762	Tidak Terjadi Likuifaksi
	3,8	0,432	0,256	0,594	Likuifaksi	0,432	2,000	4,634	Tidak Terjadi Likuifaksi
	4	0,443	0,396	0,894	Likuifaksi	0,443	2,000	4,518	Tidak Terjadi Likuifaksi
	4,2	0,453	0,512	1,129	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,453	2,000	4,413	Tidak Terjadi Likuifaksi
	4,4	0,463	0,426	0,920	Likuifaksi	0,463	2,000	4,317	Tidak Terjadi Likuifaksi
	4,6	0,473	0,446	0,942	Likuifaksi	0,473	2,000	4,229	Tidak Terjadi Likuifaksi
	4,8	0,482	2,000	4,149	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,482	2,000	4,149	Tidak Terjadi Likuifaksi

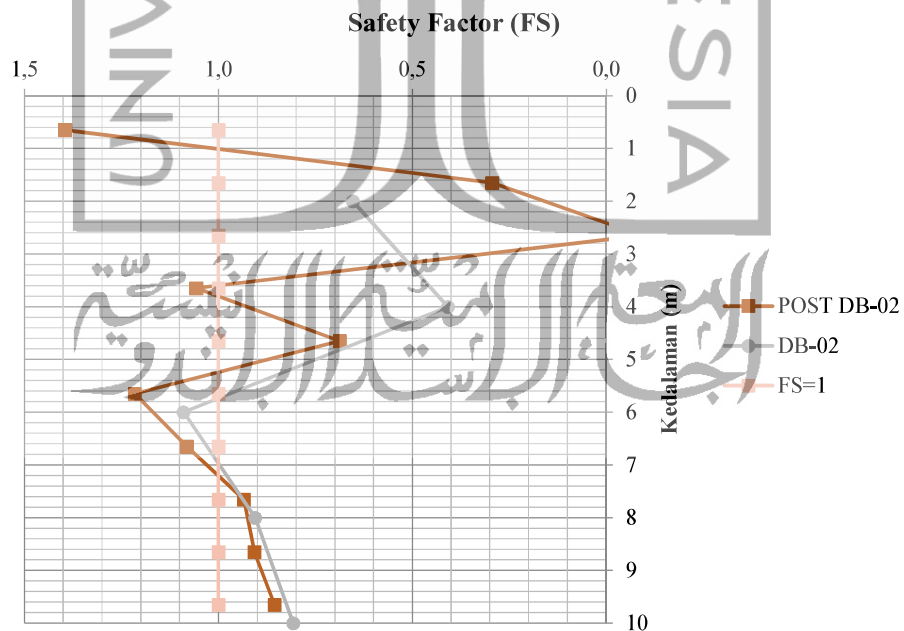
**Lanjutan Tabel 5.56 Rekapitulasi Perhitungan CPT Sebelum dan Setelah Pemasatan**

CPT	Kedalaman	Tanah Asli			Status	Tanah setelah pematatan			Status
		CSR	CRR	FS		CSR	CRR	FS	
	5	0,491	1,332	2,714	Tidak Terjadi Likuifaksi	0,491	2,000	4,075	Tidak Terjadi Likuifaksi

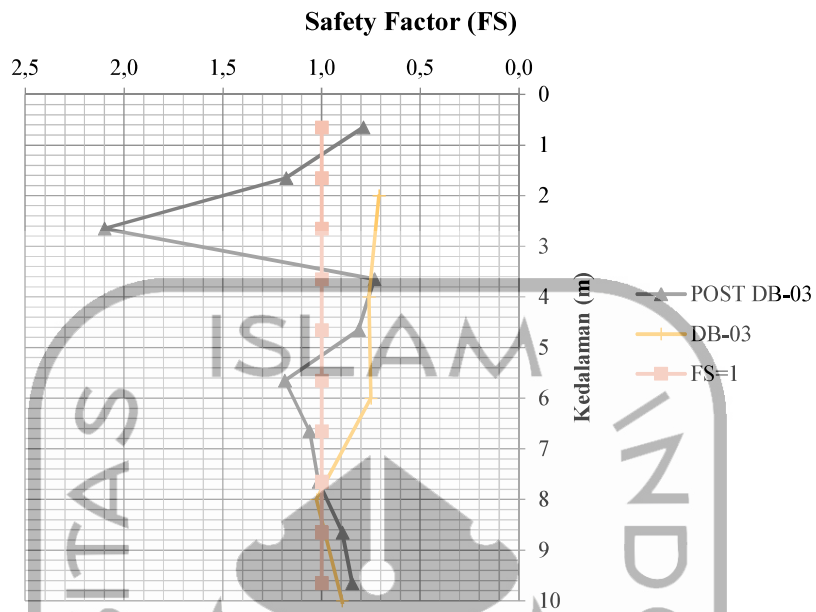




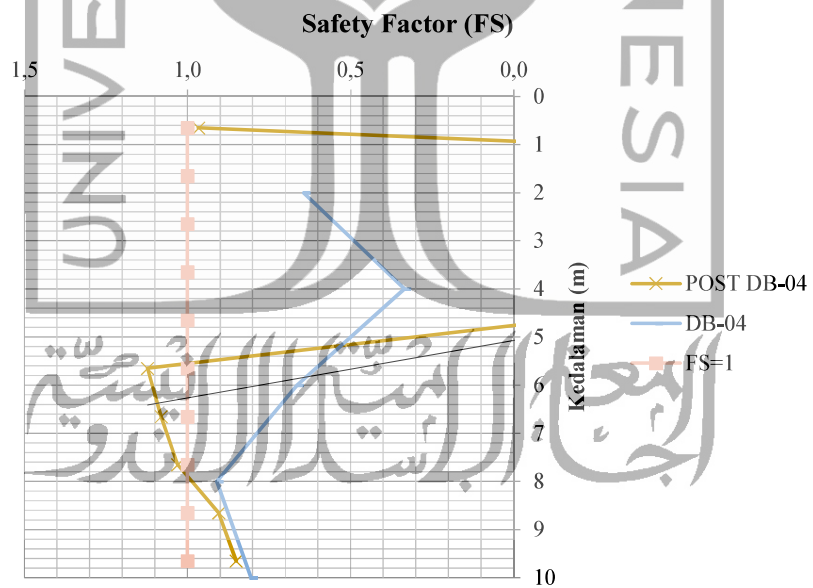
Gambar 5.32 Grafik Rekapitulasi FS vs Kedalaman Berdasarkan Nilai SPT pada Tanah Asli dan Tanah Setelah Pemasangan DB-01



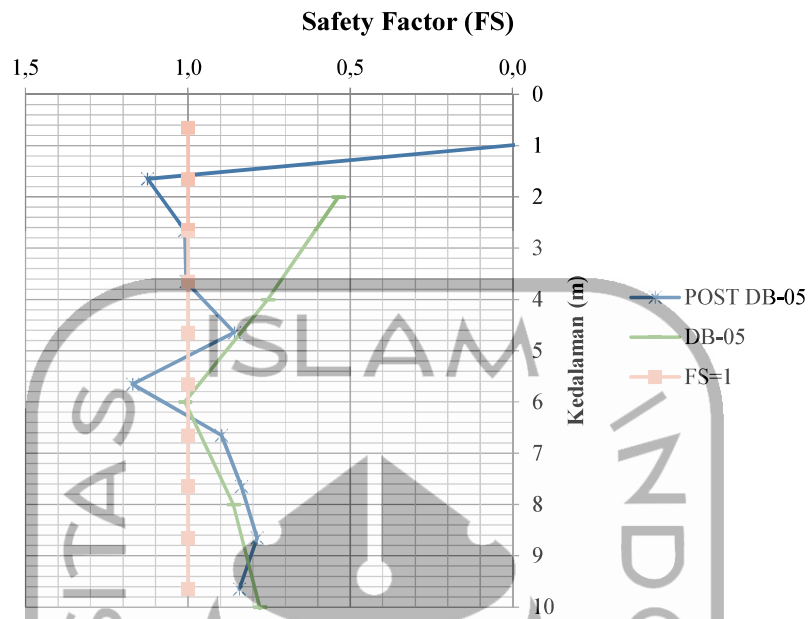
Gambar 5.33 Grafik Rekapitulasi FS vs Kedalaman Berdasarkan Nilai SPT pada Tanah Asli dan Tanah Setelah Pemasangan DB-02



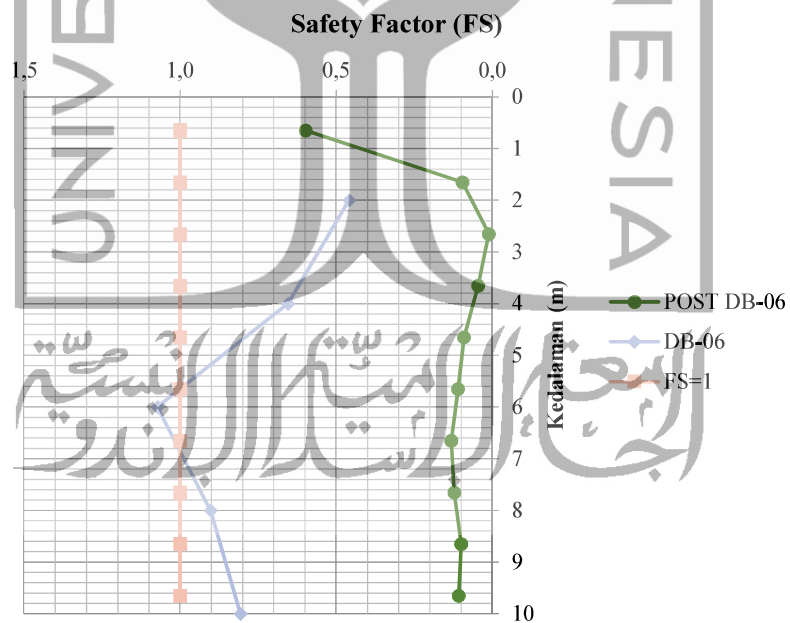
**Gambar 5.34 Grafik Rekapitulasi FS vs Kedalaman Berdasarkan Nilai SPT pada Tanah Asli dan Tanah Setelah Pemadatan DB-03**



**Gambar 5.35 Grafik Rekapitulasi FS vs Kedalaman Berdasarkan Nilai SPT pada Tanah Asli dan Tanah Setelah Pemadatan DB-04**

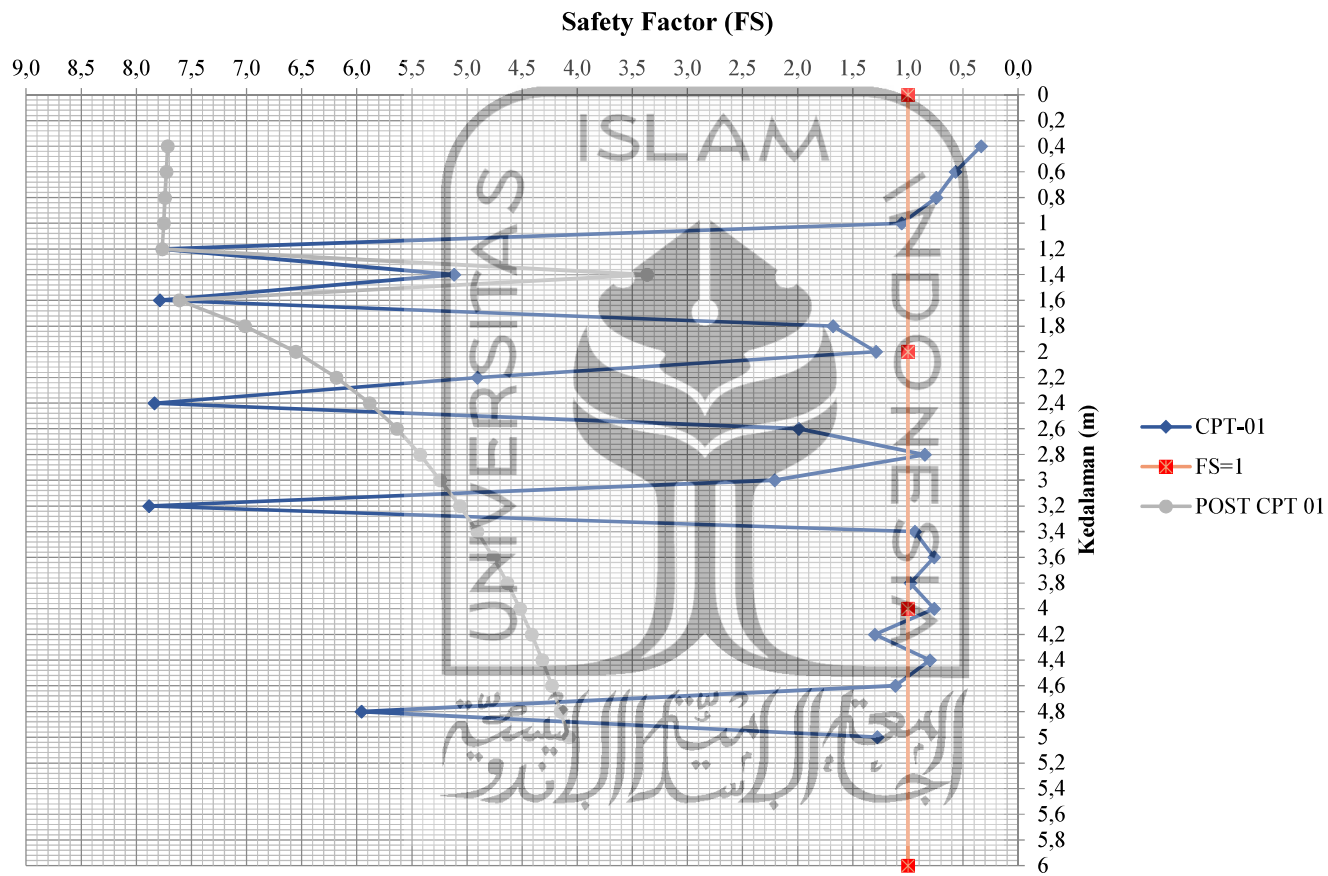


Gambar 5.36 Grafik Rekapitulasi FS vs Kedalaman Berdasarkan Nilai SPT pada Tanah Asli dan Tanah Setelah Pemadatan DB-05

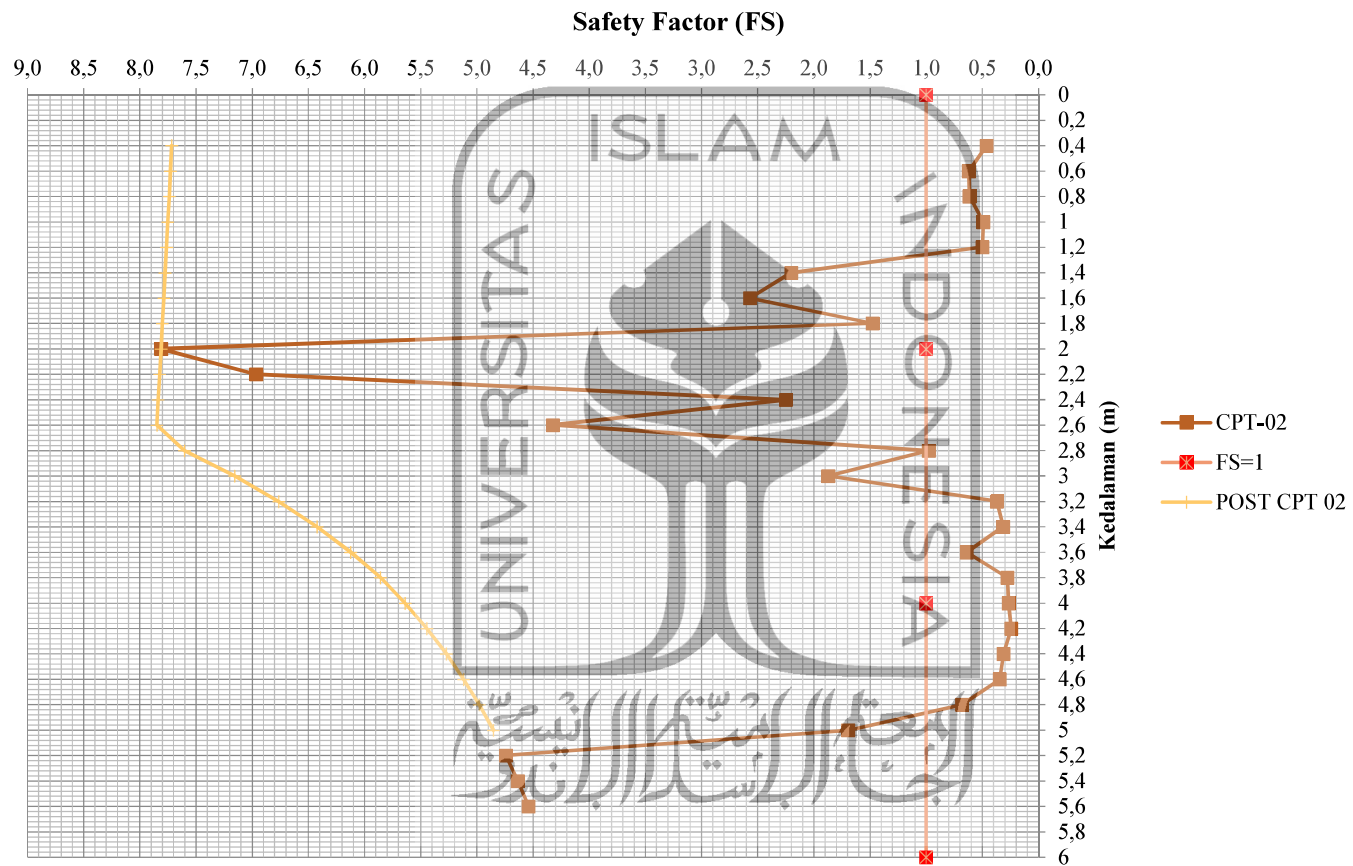


Gambar 5.37 Grafik Rekapitulasi FS vs Kedalaman Berdasarkan Nilai SPT pada Tanah Asli dan Tanah Setelah Pemadatan DB-06

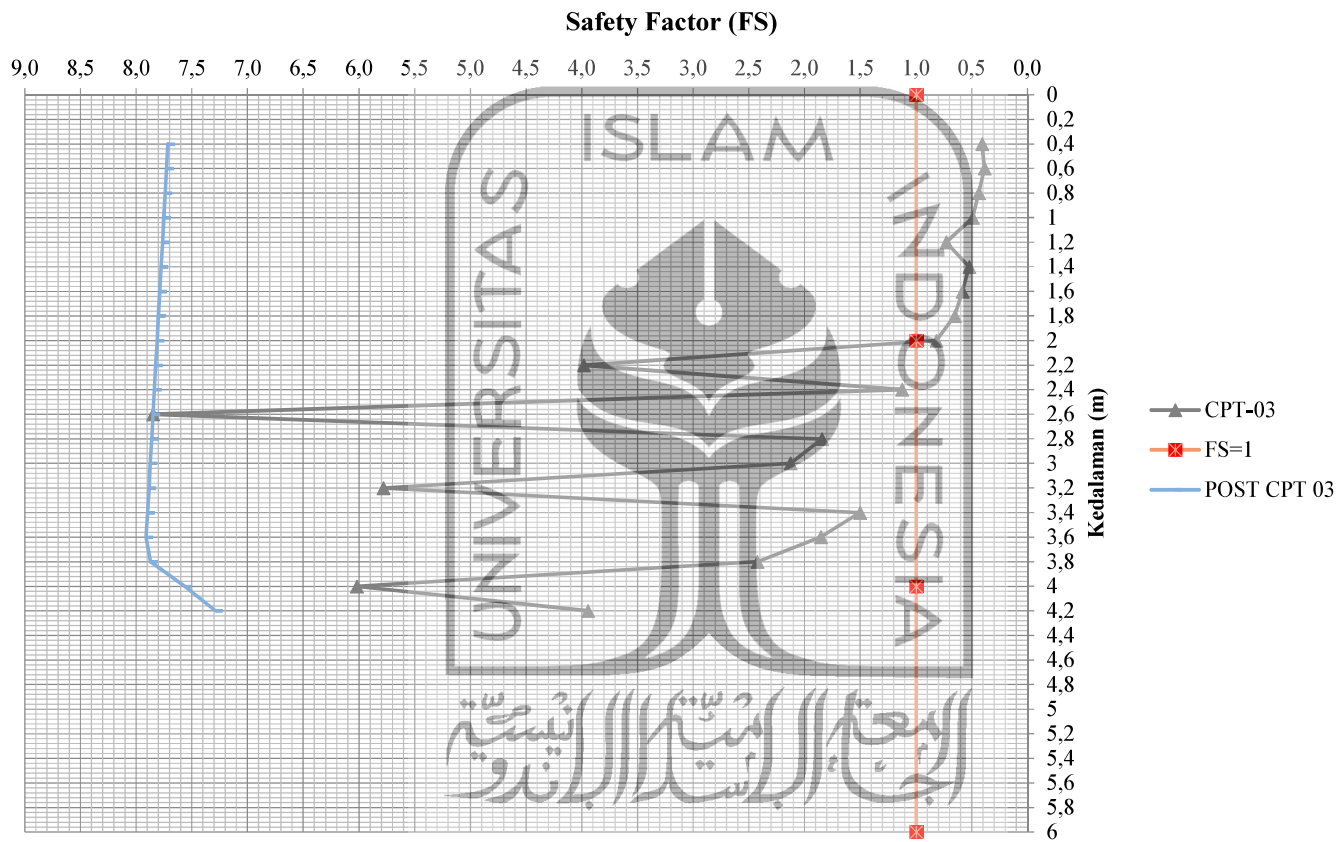




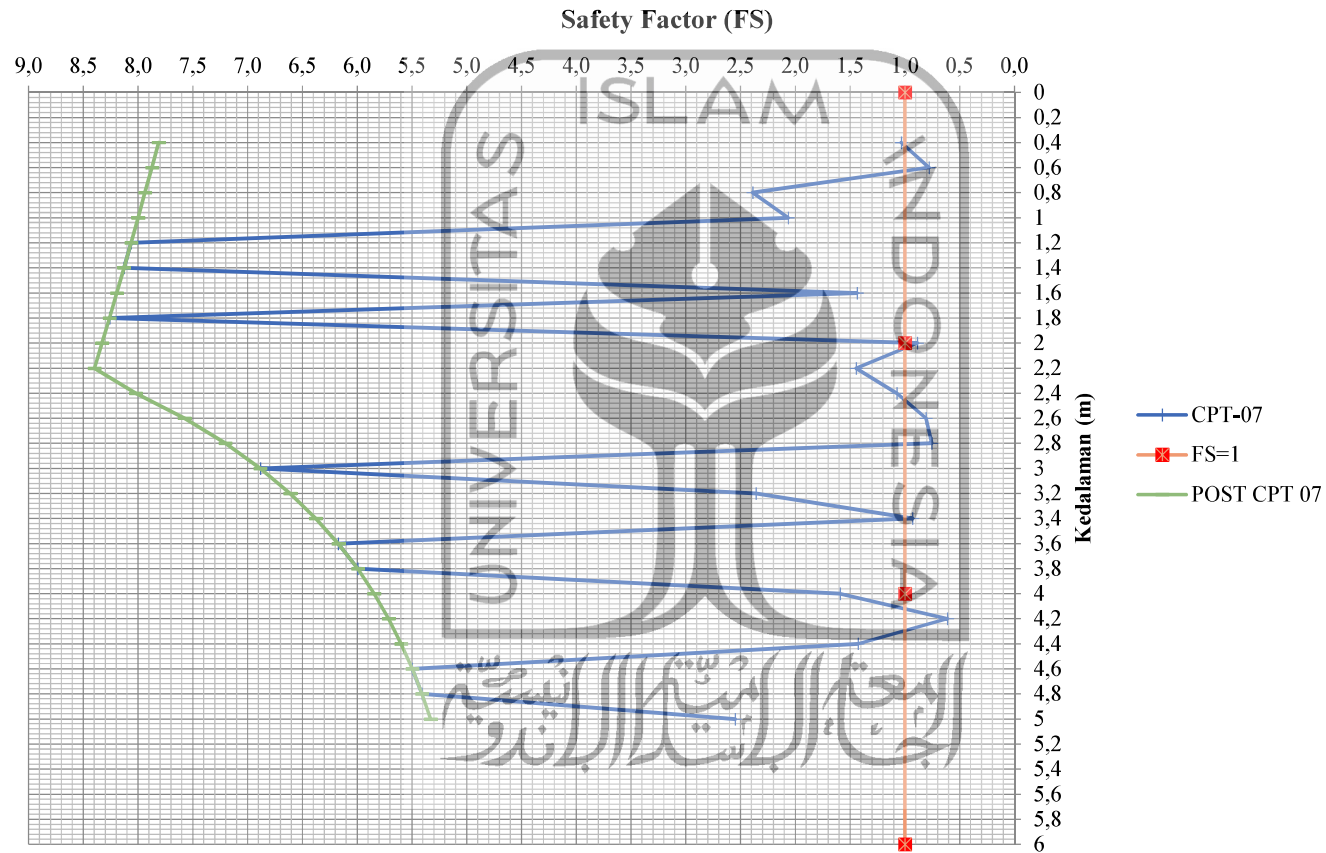
Gambar 5.38 Grafik Rekapitulasi FS vs Kedalaman Berdasarkan Nilai CPT pada Tanah Asli dan Tanah Setelah Pemadatan CPT-01



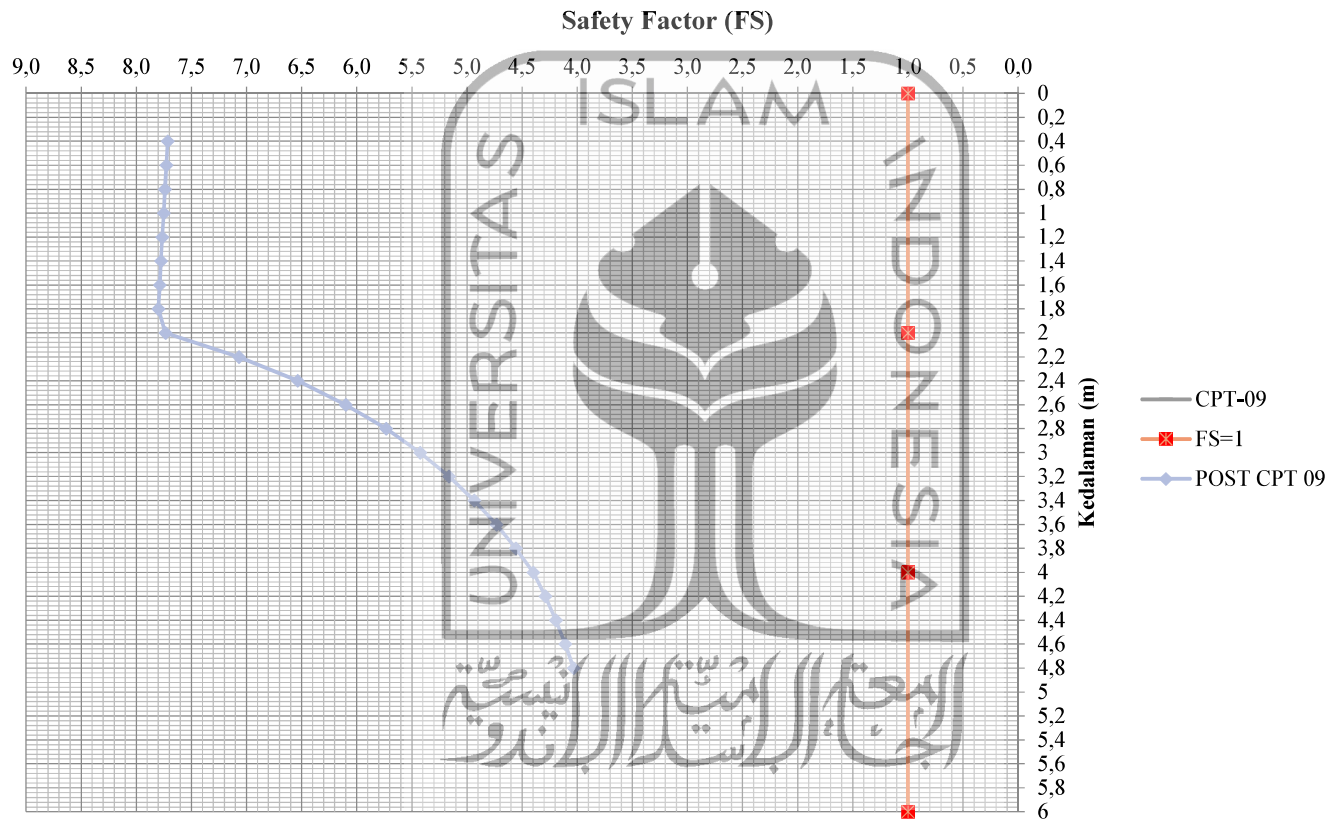
Gambar 5.39 Grafik Rekapitulasi FS vs Kedalaman Berdasarkan Nilai CPT pada Tanah Asli dan Tanah Setelah Pematatan CPT-02



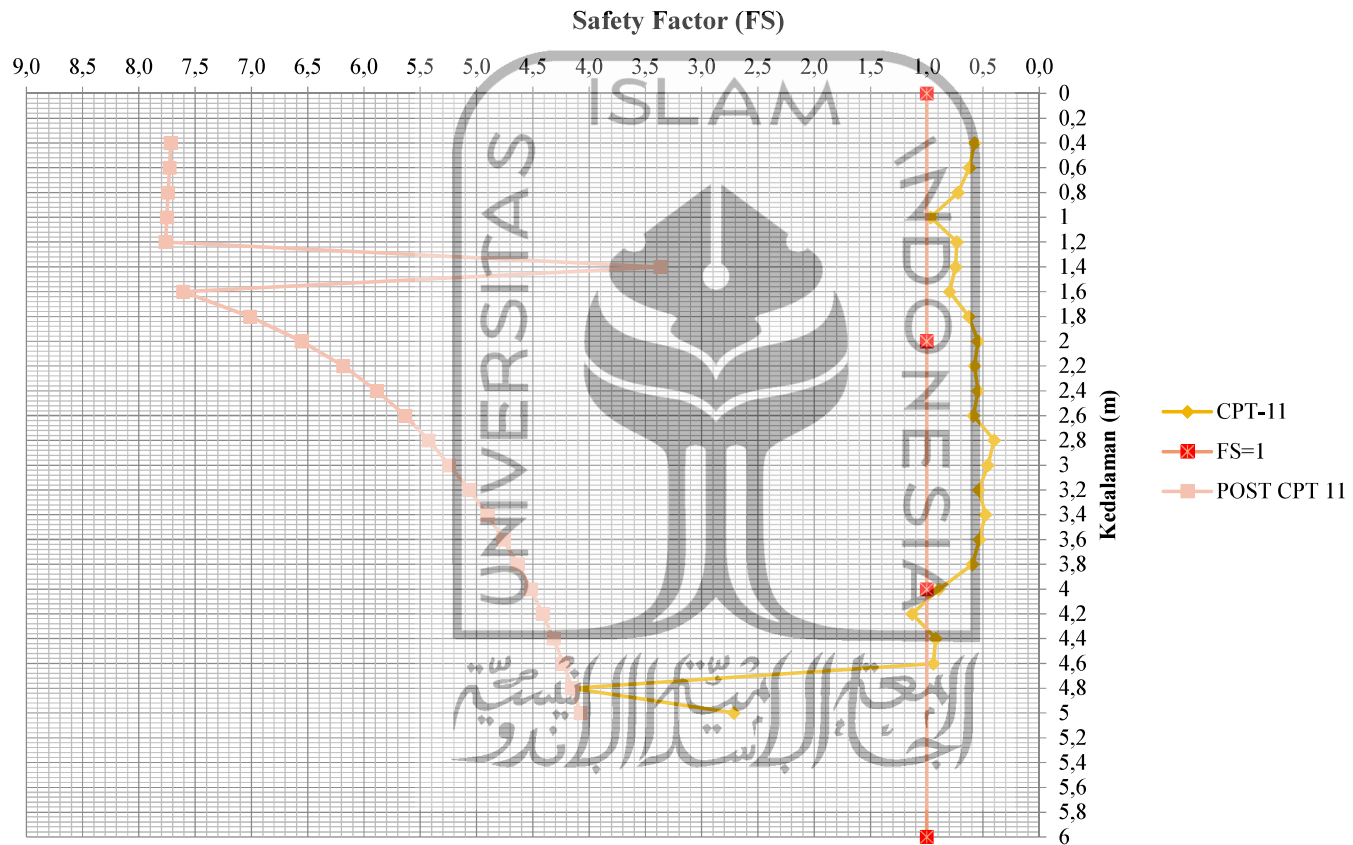
Gambar 5.40 Grafik Rekapitulasi FS vs Kedalaman Berdasarkan Nilai CPT pada Tanah Asli dan Tanah Setelah Pemadatan CPT-03



Gambar 5.41 Grafik Rekapitulasi FS vs Kedalaman Berdasarkan Nilai CPT pada Tanah Asli dan Tanah Setelah Pematatan CPT-07



Gambar 5.42 Grafik Rekapitulasi FS vs Kedalaman Berdasarkan Nilai CPT pada Tanah Asli dan Tanah Setelah Pemadatan CPT-09



Gambar 5.43 Grafik Rekapitulasi FS vs Kedalaman Berdasarkan Nilai CPT pada Tanah Asli dan Tanah Setelah Pematatan CPT-11