

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Likuifaksi adalah hilangnya kekuatan tanah akibat kenaikan tegangan air pori dan turunnya tekanan efektif dari lapisan tanah yang timbul akibat dari beban siklis dinamis. Potensi likuifaksi merupakan kemungkinan terjadinya peristiwa likuifaksi pada titik lokasi tertentu. Potensi likuifaksi dapat diketahui melalui analisis data laboratorium dan data lapangan. Pada Tugas Akhir ini, potensi likuifaksi akan dianalisis menggunakan data laboratorium dengan analisis distribusi ukuran butir dan analisis potensi likuifaksi menggunakan data lapangan N-SPT dengan metode Seed, Martin & Lysmer (1975) dan metode Velera & Donovan (1977).

5.1 Gempa Bantul

Menurut Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) posisi episenter gempa terletak di koordinat $8,26^{\circ}\text{LS}$ dan $110,31^{\circ}\text{BT}$ pada kedalaman 33 km dengan kekuatan 5,9 SR Mb (*Magnitude body*) atau setara 6,3 SR Mw (*Magnitude momen*). Berikut titik episenter gempa Bantul yang dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Titik Episenter Gempa Bantul 27 Mei 2006

(Sumber: https://id.wikipedia.org/wiki/Gempa_bumi_Yogyakarta_2006)

5.2 Potensi likuifaksi berdasarkan Distribusi Ukuran Butir

Likuifaksi cenderung terjadi pada tanah yang memiliki perubahan volume cukup tinggi yang ditandai oleh seragam atau tidaknya ukuran butir tanah tersebut. Keseragaman butir tanah dapat diketahui melalui gradasi tanah yang diketahui melalui analisa distribusi ukuran butir. Distribusi ukuran butir merupakan penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu. Dari distribusi ukuran butir tanah dapat digambarkan grafik distribusi butir tanah pada sampel yang diplotkan ke dalam grafik distribusi ukuran butir yang berpotensi likuifaksi (Tsuchida, 1970) dan dari grafik itu pula dapat diketahui tingkat keseragaman tanah yang mana tanah berbutir seragam lebih rentan terhadap likuifaksi.

5.2.1 Data Laboratorium

Data laboratorium yang digunakan dalam analisis studi Tugas Akhir ini merupakan data primer. Data-Data yang didapat dari pengujian laboratorium adalah hasil uji analisa saringan dan hasil uji analisa hidrometer. Tanah sampel yang digunakan dalam Tugas Akhir ini merupakan tanah yang diambil dari proyek *New Yogyakarta International Airport (NYIA)* di Desa Glagah dan Desa Palihan Kabupaten Kulon Progo. Titik koordinat tanah pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Titik Koordinat Pengambilan Sampel Tanah

Titik	Lintang	Bujur
Glagah 1	7°53'33.28"S	110° 3'20.31"T
Glagah 2	7°53'35.89"S	110° 3'17.36"T
Palihan 1	7°53'38.52"S	110° 3'21.11"T
Palihan 2	7°53'42.13"S	110° 3'20.13"T

Dari pengujian distribusi butir tanah di laboratorium, didapatkan data sebagai berikut.

1. Pengujian analisa saringan

Pengujian analisa saringan menggunakan sampel tanah dari dua titik Desa Glagah dan dua titik Desa Palihan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut, untuk lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Analisa Saringan

Lokasi		Glagah Titik 1	Glagah Titik 2	Palihan Titik 1	Palihan Titik 2
No Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Tertahan
	mm	gram	gram	gram	gram
4	4,75	0	0	0	0,51
10	2	4,02	4,26	0,37	1,16
20	0,85	17,87	39,67	2,96	6,99
40	0,425	270,81	508,32	61,33	34,3
60	0,25	450,98	324,18	137,18	128,02
140	0,106	207,45	119,19	135,99	241,59
200	0,075	10,34	2,94	14,4	5,15
Pan		38,53	1,44	147,77	82,28
Total		1000	1000	500	500

2. Analisa hidrometer

Hasil pengujian analisa saringan didapat berat tanah lolos saringan no 200 sebanyak 38,53 gram dan 1,44 gram untuk desa Glagah dan 147,77 gram dan 82,28 gram untuk desa Palihan. Desa Palihan menghasilkan berat tanah lolos saringan no 200 lebih dari 50 gram maka perlu dilakukan pengujian analisa hidrometer. Hasil Pengujian analisa hidrometer pada desa Palihan dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut, untuk lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 6.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Analisa Hidrometer

Lokasi	Palihan Titik 1		Palihan Titik 2		
	Waktu, T menit	Temperatur °C	Pembacaan Hidrometer, Ra	Temperatur °C	Pembacaan Hidrometer, Ra
	0	27	33	27	42
	2	27	27	27	23
	5	27	21	27	20
	30	27	10	27	18
	60	27	5	27	7
	250	27	3	27	2
	1440	27	1	27	0

5.2.2 Analisis Data

Berdasarkan data yang diperoleh dari uji laboratorium perlu dihitung persen lolos yang akan digunakan untuk membuat grafik distribusi butir tanah.

1. Analisa saringan

a. Glagah titik 1

Berat tanah lolos dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.13 berikut.

$$\begin{aligned}
 W_f &= W - \sum d \\
 W_{f10} &= W_4 - \sum d_{10} \\
 &= 1000 - 4,02 \\
 &= 995,98 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Persen tertahan no 10} &= \frac{\sum d_{10}}{W} \times 100\% \\
 &= \frac{4,02}{1000} \times 100\% \\
 &= 0,40\%
 \end{aligned}$$

Persen lolos saringan dihitung menggunakan Persamaan 3.14 berikut.

$$P = \frac{W_f}{W} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
 P_{10} &= \frac{W_{f10}}{W} \times 100\% \\
 &= \frac{995,98}{1000} \times 100\% \\
 &= 99,60\%
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi perhitungan analisa saringan pada Desa Glagah titik 1 dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel 5.4 Hasil Perhitungan Analisa Saringan Desa Glagah Titik 1

No saringan	Diameter saringan	Berat tanah tertahan	Berat tanah lolos	Persen tertahan	Persen lolos	Berat total tanah gram
	mm	gram	gram	%	%	
4	4,750	0	1000	0	100	1000
10	2,000	4,02	995,98	0,402	99,598	
20	0,850	17,87	978,11	1,787	97,811	
40	0,425	270,81	707,3	27,081	70,73	
60	0,250	450,98	256,32	45,098	25,632	
140	0,106	207,45	48,87	20,745	4,887	
200	0,075	10,34	38,53	1,034	3,853	
Pan		38,53		3,853		
Jumlah		1000		100		

b. Glagah titik 2

$$\begin{aligned}
 W_{f_{10}} &= W_4 - \sum d_{10} \\
 &= 995,74 - 39,67 \\
 &= 956,07 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Persen tertahan no 10} &= \frac{\sum d_{10}}{W} \times 100\% \\
 &= \frac{4,26}{1000} \times 100\% \\
 &= 0,43\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{10} &= \frac{W_{f_{10}}}{W} \times 100\% \\
 &= \frac{995,74}{1000} \times 100\% \\
 &= 99,57\%
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi perhitungan analisa saringan pada Desa Glagah titik 2 dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Analisa Saringan Desa Glagah Titik 2

No saringan	Diameter saringan	Berat tanah tertahan	Berat tanah lolos	Persen tertahan	Persen lolos	Berat total tanah
	mm	gram	gram	%	%	
4	4,750	0	1000	0	100	1000
10	2,000	4,26	995,74	0,426	99,574	
20	0,850	39,67	956,07	3,967	95,607	
40	0,425	508,32	447,75	50,832	44,775	
60	0,250	324,18	123,57	32,418	12,357	
140	0,106	119,19	4,38	11,919	0,438	
200	0,075	2,94	1,44	0,294	0,144	
Pan		1,44		0,144		
Jumlah		1000		100		

c. Palihan titik 1

$$\begin{aligned}
 W_{f_{10}} &= W_4 - \sum d_{10} \\
 &= 500 - 0,37 \\
 &= 499,63 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Persen tertahan no 10} &= \frac{\sum d_{10}}{w} \times 100\% \\
 &= \frac{0,37}{500} \times 100\% \\
 &= 0,07\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{10} &= \frac{W_{f_{10}}}{w} \times 100\% \\
 &= \frac{499,63}{500} \times 100\% \\
 &= 99,93\%
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi perhitungan analisa saringan pada Desa Palihan titik 1 dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut.

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Analisa Saringan Desa Palihan Titik 1

No saringan	Diameter saringan	Berat tanah tertahan	Berat tanah lolos	Persen tertahan	Persen lolos	Berat total tanah gram
	mm	gram	gram	%	%	
4	4,750	0	500	0	100	500
10	2,000	0,37	499,63	0,074	99,926	
20	0,850	2,96	496,67	0,592	99,334	
40	0,425	61,33	435,34	12,266	87,068	
60	0,250	137,18	298,16	27,436	59,632	
140	0,106	135,99	162,17	27,198	32,434	
200	0,075	14,4	147,77	2,88	29,554	
Pan		147,77		29,554		
Jumlah		500		100		

d. Palihan titik 2

$$\begin{aligned}
 W_{f_{10}} &= W_4 - \sum d_{10} \\
 &= 499,49 - 1,16 \\
 &= 498,33 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Persen tertahan no 10} &= \frac{\sum d_{10}}{w} \times 100\% \\
 &= \frac{1,16}{500} \times 100\% \\
 &= 0,23\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{10} &= \frac{W_{f_{10}}}{w} \times 100\% \\
 &= \frac{498,33}{500} \times 100\% \\
 &= 99,67\%
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi perhitungan analisa saringan pada Desa Palihan titik 2 dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut.

Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Analisa Saringan Desa Palihan Titik 2

No saringan	Diameter saringan	Berat tanah tertahan	Berat tanah lolos	Persen tertahan	Persen lolos	Berat total tanah gram
	mm	gram	gram	%	%	
4	4,750	0,51	499,49	0,10	99,90	500
10	2,000	1,16	498,33	0,23	99,67	
20	0,850	6,99	491,34	1,40	98,27	
40	0,425	34,3	457,04	6,86	91,41	
60	0,250	128,02	329,02	25,60	65,80	
140	0,106	241,59	87,43	48,32	17,49	
200	0,075	5,15	82,28	1,03	16,46	
Pan		82,28		16,46		
Jumlah		500		100		

2. Analisa hidrometer

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian analisa hidrometer perlu dihitung persen lolos dan diameter butir yang akan digunakan untuk membuat grafik distribusi butir tanah.

a. Palihan titik 1

$$\text{Berat jenis, } G_s = 2,88$$

$$\text{Persen lolos saringan no 200} = 29,55\%$$

$$\text{Berat sampel total} = 60 \text{ gram}$$

Koreksi temperatur didapat dari Tabel 3.2 maka untuk $M_t 26,5^\circ\text{C} = +1,4$ dan

$$M_t 27^\circ\text{C} = +1,5$$

$$\text{Koreksi dispersing agent, } x = -2$$

$$\text{Koreksi meniskus, } C_m = 1$$

Nilai konstanta yang tergantung dari kepadatan suspensi yang digunakan untuk menghitung persen lolos saringan menggunakan Persamaan 3.16 berikut.

$$a = \frac{G_s \times 1,65}{(G_s - 1) \times 2,65}$$

$$a = \frac{2,88 \times 1,65}{(2,88 - 1) \times 2,65}$$

$$a = 0,953$$

Koreksi pembacaan hidrometer menggunakan Persamaan 3.17 berikut.

$$R_c = R_a + M_t + x$$

$$R_{c2} = 27 + 1,5 + (-2)$$

$$R_{c2} = 26,5$$

Persen lolos saringan dihitung menggunakan Persamaan 3.15 berikut.

$$P = \frac{R_c \times a}{w} \times 100 \times \text{persen lolos \#200}$$

$$P_2 = \frac{26,5 \times 1,03}{60} \times 100 \times 29,55\%$$

$$P_2 = 12,44 \%$$

Pembacaan hidrometer aktual dihitung menggunakan Persamaan 3.18 berikut.

$$R = R_a + C_m$$

$$R_2 = 27 + 1$$

$$R_2 = 28$$

Pengujian hidrometer menggunakan hidrometer tipe 152H, maka kedalaman efektif dapat dilihat pada Tabel 3.3 sesuai dengan pembacaan hidrometer aktualnya. Pada menit ke 2, didapatkan L sepanjang 10,7 cm.

Konstanta, K yang besarnya dipengaruhi oleh temperatur suspensi dan berat jenis butir tanah dapat dilihat pada Tabel 3.6. Dari hasil interpolasi 2,8 dan 2,85 ke 2,88 didapat nilai $K = 0,01178$.

Diameter butir tanah dalam suspensi dihitung menggunakan Persamaan 3.21 berikut.

$$D = K \sqrt{\frac{L}{T}}$$

$$D_2 = 0,01178 \sqrt{\frac{11,7}{2}}$$

$$D_2 = 0,0285 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan analisa hidrometer dapat dilihat pada Tabel 5.8 Berikut.

Tabel 5.8 Hasil Perhitungan Analisa Hidrometer Desa Palihan Titik 1

Waktu	Temperatur T	Pembacaan hidrometer	Pembacaan hidrometer terkoreksi	Persen lolos	Pembacaan hidrometer aktual	Kedalaman efektif, L	K	Diameter D
menit	°C	Ra	Rc	%	R	mm		mm
0	26,5	33	32,4	15,22	34	10,7	0,01178	0,0000
2	27	27	26,5	12,45	28	11,7	0,01178	0,0285
5	27	21	20,5	9,63	22	12,7	0,01178	0,0188
30	27	10	9,5	4,46	11	14,7	0,01178	0,0082
60	27	5	4,5	2,11	6	15,3	0,01178	0,0059
250	27	3	2,5	1,17	4	15,6	0,01178	0,0029
1440	27	1	0,5	0,23	2	16	0,01178	0,0012

b. Palihan titik 2

$$\text{Berat jenis, } G_s = 3,44$$

$$\text{Persen lolos saringan no 200} = 16,46\%$$

$$\text{Berat sampel total} = 60 \text{ gram}$$

Koreksi temperatur didapat dari Tabel 3.2 maka untuk $M_t 26,5^\circ\text{C} = +1,4$ dan $M_t 27^\circ\text{C} = +1,5$

$$\text{Koreksi dispersing agent, } x = -2$$

$$\text{Koreksi meniskus, } C_m = 1$$

Nilai konstanta yang tergantung dari kepadatan suspensi yang digunakan untuk menghitung persen lolos saringan menggunakan persamaan 3.16 berikut.

$$a = \frac{G_s \times 1,65}{(G_s - 1) \times 2,65}$$

$$a = \frac{3,44 \times 1,65}{(3,44 - 1) \times 2,65}$$

$$a = 0,878$$

Koreksi pembacaan hidrometer menggunakan Persamaan 3.17 berikut.

$$R_c = R_a + M_t + x$$

$$R_{c2} = 23 + 1,4 + (-2)$$

$$R_{c2} = 22,4$$

Persen lolos saringan dihitung menggunakan Persamaan 3.15 berikut.

$$P = \frac{R_c \times a}{w} \times 100 \times \text{persen lolos \#200}$$

$$P_2 = \frac{22,4 \times 0,96}{60} \times 100 \times 16,46\%$$

$$P_2 = 5,39 \%$$

Pembacaan hidrometer aktual dihitung menggunakan Persamaan 3.18 berikut.

$$R = R_a + C_m$$

$$R_2 = 23 + 1$$

$$R_2 = 24$$

Pengujian hidrometer menggunakan hidrometer tipe 152H, maka kedalaman efektif dapat dilihat pada Tabel 3.3 sesuai dengan pembacaan hidrometer aktualnya. Pada menit ke 2, didapatkan L sepanjang 12,4 cm.

Konstanta, K yang besarnya dipengaruhi oleh temperatur suspensi dan berat jenis butir tanah dapat dilihat pada Tabel 3.6. Dari hasil interpolasi 2,8 dan 2,85 ke 3,44 didapat nilai $K = 0,00999$.

Diameter butir tanah dalam suspensi dihitung menggunakan Persamaan 3.21 berikut.

$$D = K \sqrt{\frac{L}{T}}$$

$$D_2 = 0,00999 \sqrt{\frac{12,4}{2}}$$

$$D_2 = 0,0249 \text{ mm}$$

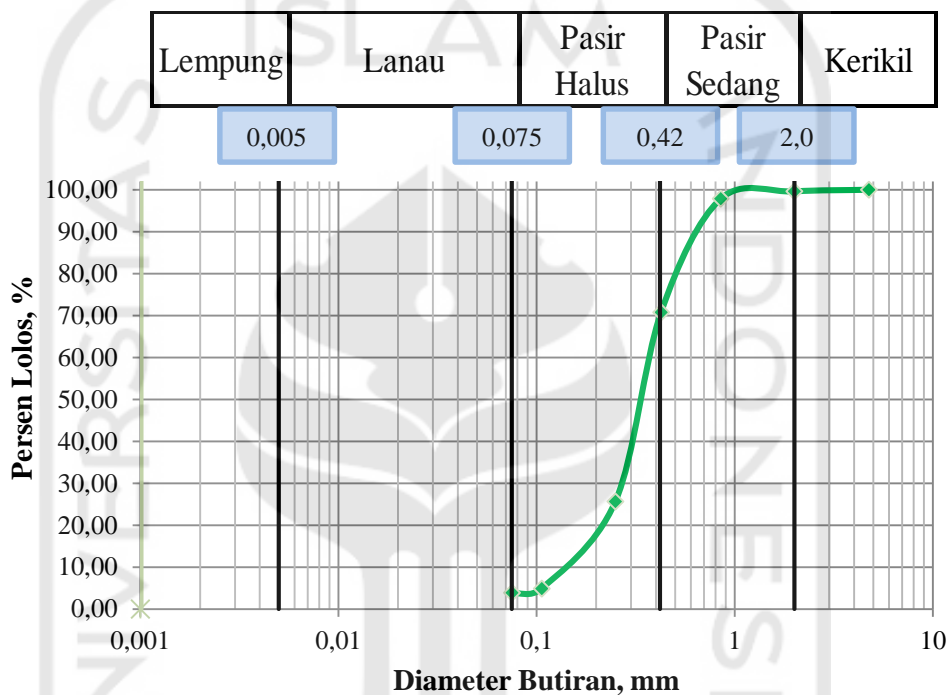
Hasil perhitungan analisa hidrometer dapat dilihat pada Tabel 5.9 Berikut.

Tabel 5.9 Hasil Perhitungan Analisa Hidrometer Desa Palihan Titik 2

Waktu	Temperatur T	Pembacaan hidrometer	Pembacaan hidrometer terkoreksi	Persen lolos	Pembacaan hidrometer aktual	Kedalaman efektif, L	K	Diameter D
menit	°C	R _a	R _c	%	R	mm		mm
0	26,5	42	41,4	10,93	43	9,2	0,01194	0,0000
2	26,5	23	22,4	5,92	24	12,4	0,01194	0,0297
5	26,5	20	19,4	5,12	21	12,9	0,01194	0,0192
30	26,5	18	17,4	4,59	19	13,2	0,01194	0,0079
60	26,5	7	6,4	1,69	8	15	0,01194	0,0060
250	27	2	1,5	0,40	3	15,8	0,01194	0,0030
1440	26,5	0	0	0,00	1	16,1	0,01194	0,0013

3. Kurva distribusi butir tanah

Berdasarkan hasil analisa saringan dan analisa hidrometer akan menghasilkan diameter butiran dan persen lolos yang akan disajikan dalam bentuk kurva distribusi butir tanah. Berikut kurva distribusi butir tanah Desa Glagah dan Desa Palihan pada Gambar 5.2 sampai Gambar 5.5.

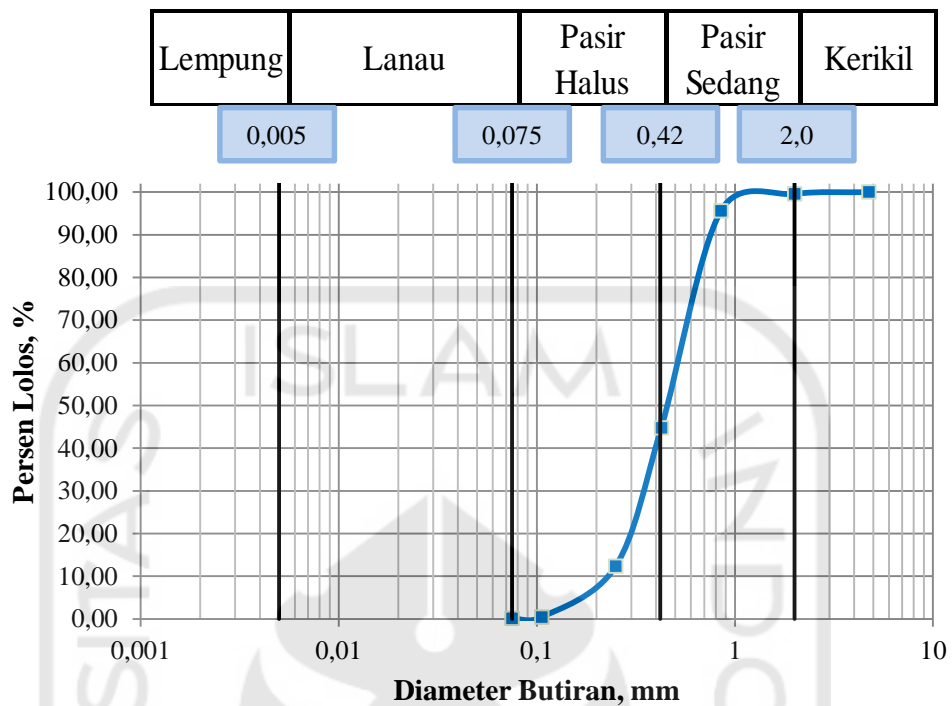


Gambar 5.2 Kurva Distribusi Butir Tanah Desa Glagah Titik 1

Berdasarkan klasifikasi butiran ASTM pada Gambar 3.2 maka didapatkan persentase setiap jenis butiran sebagai berikut.

Persentase kerikil	= 0 %
Persentase pasir sedang	= 2,19 %
Persentase pasir halus	= 93,96 %
Persentase lanau dan lempung	= 3,85 %
Jumlah	= 100 %

Berdasarkan Tabel 3.2 Sistem Klasifikasi *Unified*, tanah Desa Glagah titik 1 merupakan Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus.

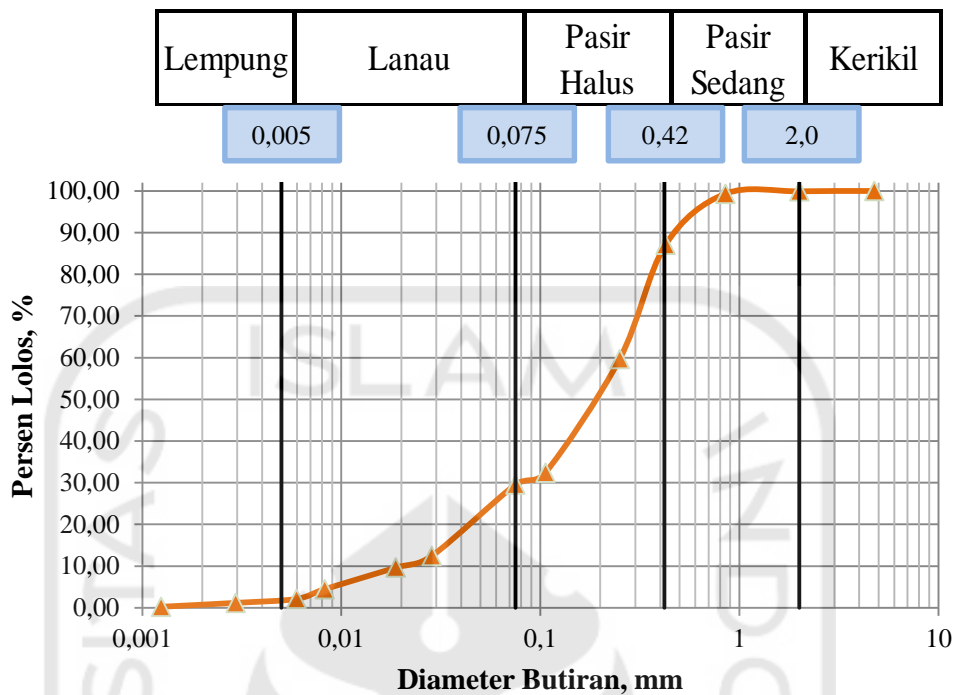


Gambar 5.3 Kurva Distribusi Butir Tanah Desa Glagah Titik 2

Berdasarkan klasifikasi butiran ASTM pada Gambar 3.2 maka didapatkan persentase setiap jenis butiran sebagai berikut.

Persentase kerikil	= 0 %
Persentase pasir sedang	= 4,39 %
Persentase pasir halus	= 95,46 %
Persentase lanau dan lempung	= 0,14 %
Jumlah	= 100 %

Berdasarkan Tabel 3.2 Sistem Klasifikasi *Unified*, tanah Desa Glagah titik 2 merupakan Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus.

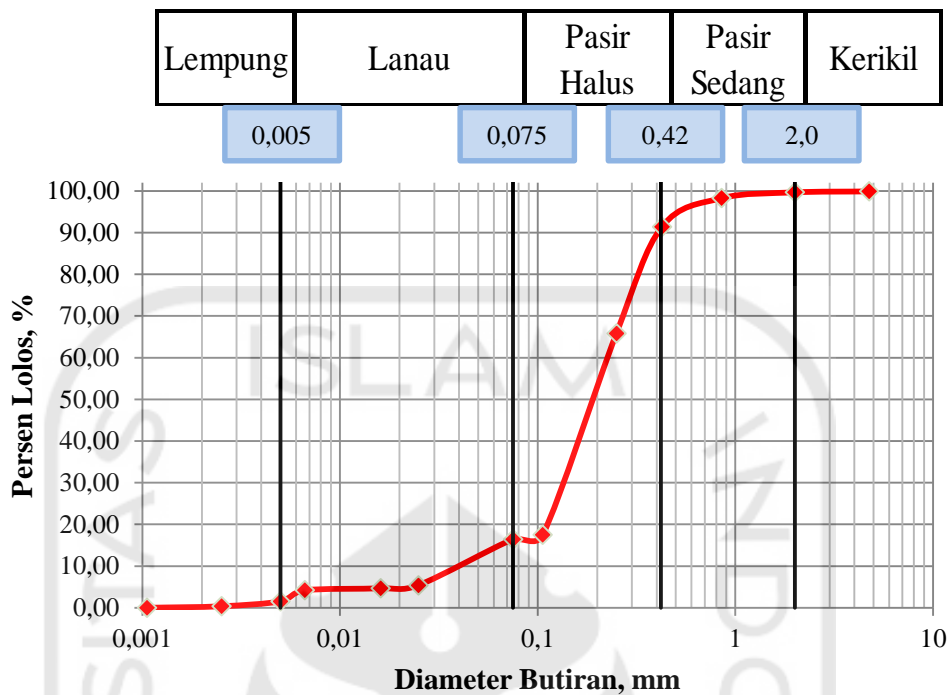


Gambar 5.4 Kurva Distribusi Butir Tanah Desa Palihan Titik 1

Berdasarkan klasifikasi butiran ASTM pada Gambar 3.2 maka didapatkan persentase setiap jenis butiran sebagai berikut.

Persentase kerikil	= 0 %
Persentase pasir sedang	= 0,67 %
Persentase pasir halus	= 69,78 %
Persentase lanau	= 27,44 %
Persentase lempung	= 2,11 %
Jumlah	= 100 %

Berdasarkan Tabel 3.2 Sistem Klasifikasi *Unified*, tanah Desa Palihan titik 1 merupakan Pasir berlanau, campuran pasir-lanau.



Gambar 5.5 Kurva Distribusi Butir Tanah Desa Palihan Titik 2

Berdasarkan klasifikasi butiran ASTM pada Gambar 3.2 maka didapatkan persentase setiap jenis butiran sebagai berikut.

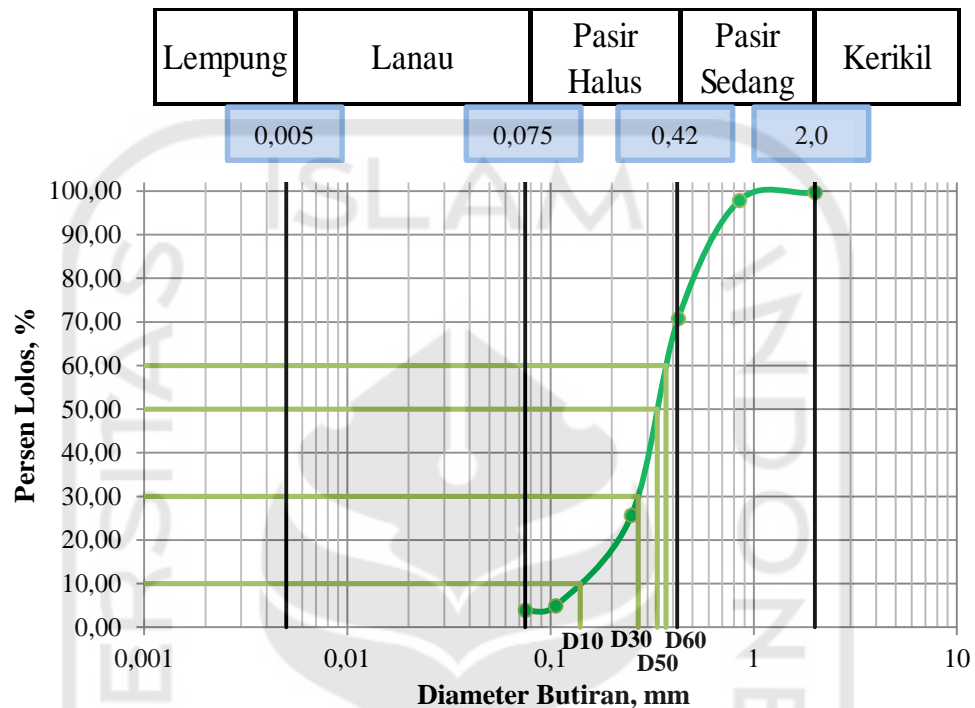
Persentase kerikil	= 0,10 %
Persentase pasir sedang	= 0,63 %
Persentase pasir halus	= 81,81 %
Persentase lanau	= 17,32 %
Persentase lempung	= 1,54 %
Jumlah	= 100 %

Berdasarkan Tabel 3.2 Sistem Klasifikasi *Unified*, tanah Desa Palihan titik 2 merupakan Pasir berlanau, campuran pasir-lanau.

5.2.3 Pembahasan

Likuifaksi dapat dilihat dari beberapa kriteria jenis-jenis tanah. Menurut Youd dan Gilstrap, 1999 dalam Day 2002; Perlea dkk, 1999 dalam Prakash dan Puri, 2003 likuifaksi dapat dilihat dari diameter butir tanah. Kurva penentuan D_{10} ,

D_{30} , D_{50} dan D_{60} masing-masing titik dapat dilihat pada Gambar 5.6 sampai Gambar 5.9 berikut.



Gambar 5.6 Kurva Penentuan D_{10} , D_{30} , D_{50} dan D_{60} Desa Glagah Titik 1

$$D_{50} = 0,335 > 0,02 \text{ dan } D_{50} = 0,335 < 1,00$$

$$D_{10} = 0,14$$

$$D_{30} = 0,27$$

$$D_{60} = 0,37$$

Koefisien keseragaman dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.22 berikut.

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$Cu = \frac{0,37}{0,14}$$

$$Cu = 2,64 < 10$$

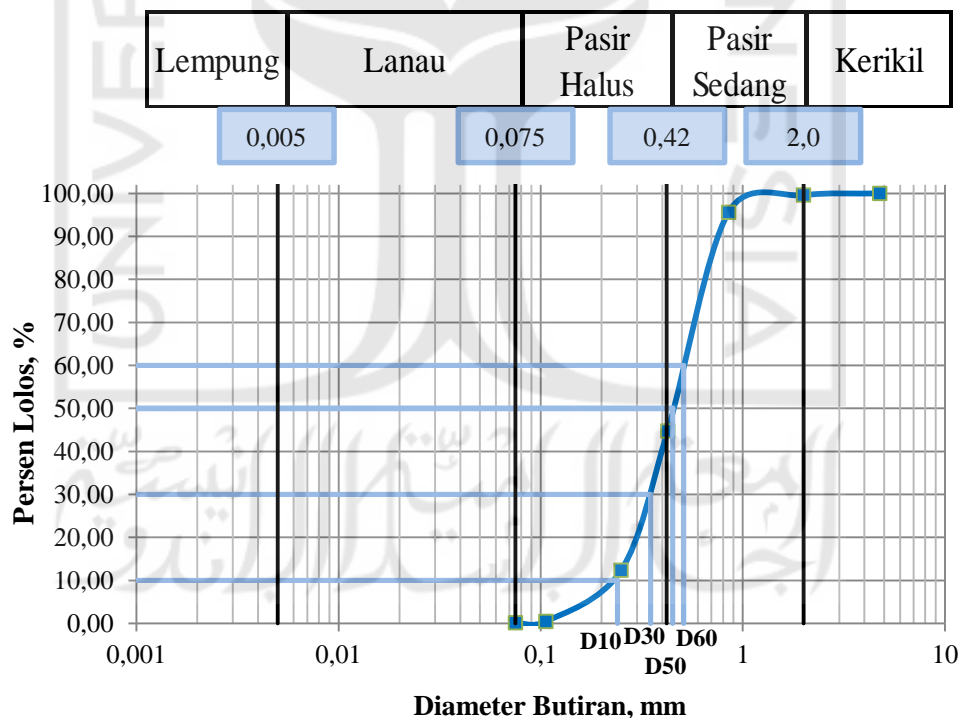
Koefisien gradasi dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.23 berikut.

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

$$C_c = \frac{(0,27)^2}{0,37 \times 0,14}$$

$$C_c = 1,41$$

Analisis potensi likuifaksi pada lapisan tanah titik 1 Desa Glagah pada kedalaman 2,00 meter didapat $D_{50} = 0,335$ maka $D_{50} > 0,02$ dan $D_{50} < 1,00$ termasuk dalam kriteria jenis tanah yang akan mengalami likuifaksi. Berdasarkan kandungan *fines*, butir $D < 0,005$ mm tidak lebih dari 20% hal ini dapat dilihat dari persentase lanau dan lempung Desa Glagah titik 1 yaitu sebesar 3,85% maka tanah termasuk dalam kriteria jenis tanah yang akan mengalami likuifaksi. Berdasarkan koefisien keseragaman, C_u didapat $2,64 < 10$, maka tanah termasuk dalam kriteria jenis tanah yang akan mengalami likuifaksi.



Gambar 5.7 Kurva Penentuan D_{10} , D_{30} , D_{50} dan D_{60} Desa Glagah Titik 2

$$D_{50} = 0,45 > 0,02 \text{ dan } D_{50} = 0,45 < 1,00$$

$$D_{10} = 0,24$$

$$D_{30} = 0,35$$

$$D_{60} = 0,51$$

Koefisien keseragaman dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.22 berikut.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_u = \frac{0,51}{0,24}$$

$$C_u = 2,12 < 10$$

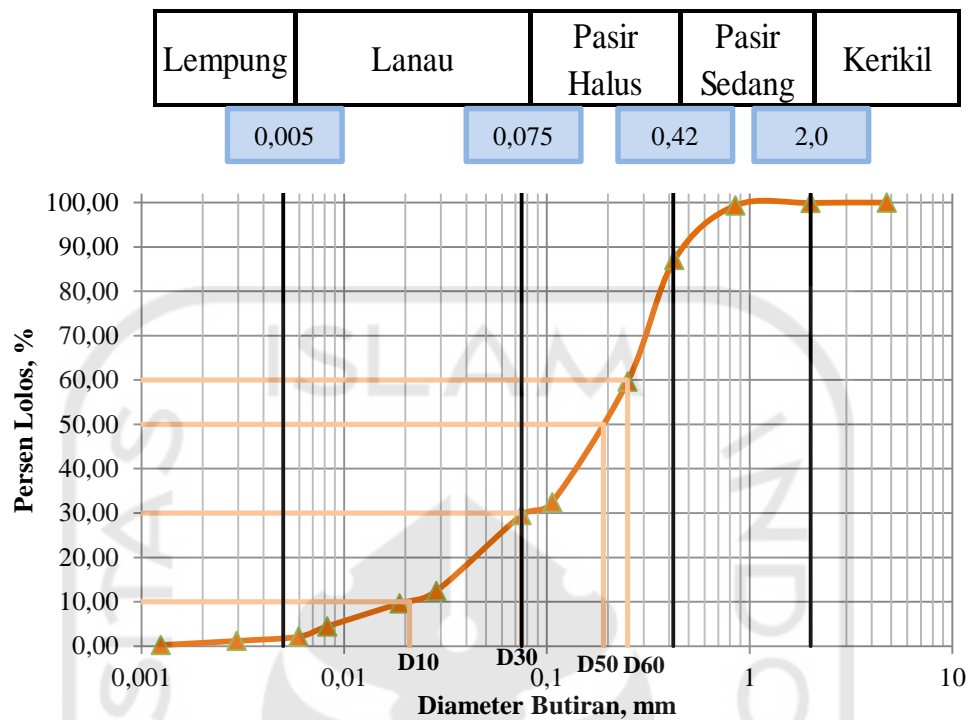
Koefisien gradasi dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.23 berikut.

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

$$C_c = \frac{(0,51)^2}{0,51 \times 0,24}$$

$$C_c = 1,00$$

Analisis potensi likuifaksi pada lapisan tanah titik 2 Desa Glagah pada kedalaman 2,00 meter didapat $D_{50} = 0,45$ maka $D_{50} > 0,02$ dan $D_{50} < 1,00$ termasuk dalam kriteria jenis tanah yang akan mengalami likuifaksi. Berdasarkan kandungan *fines*, butir $D < 0,005$ mm tidak lebih dari 20% hal ini dapat dilihat dari persentase lanau dan lempung Desa Glagah titik 2 yaitu sebesar 0,14% maka tanah termasuk dalam kriteria jenis tanah yang akan mengalami likuifaksi. Berdasarkan koefisien keseragaman, C_u didapat $2,12 < 10$, maka tanah termasuk dalam kriteria jenis tanah yang akan mengalami likuifaksi.



Gambar 5.8 Kurva Penentuan D₁₀, D₃₀, D₅₀ dan D₆₀ Desa Palihan Titik 1

$$D_{50} = 0,19 > 0,02 \text{ dan } D_{50} = 0,19 < 1,00$$

$$D_{10} = 0,021$$

$$D_{30} = 0,075$$

$$D_{60} = 0,25$$

Koefisien keseragaman dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.22 berikut.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_u = \frac{0,51}{0,21}$$

$$C_u = 11,9 > 10$$

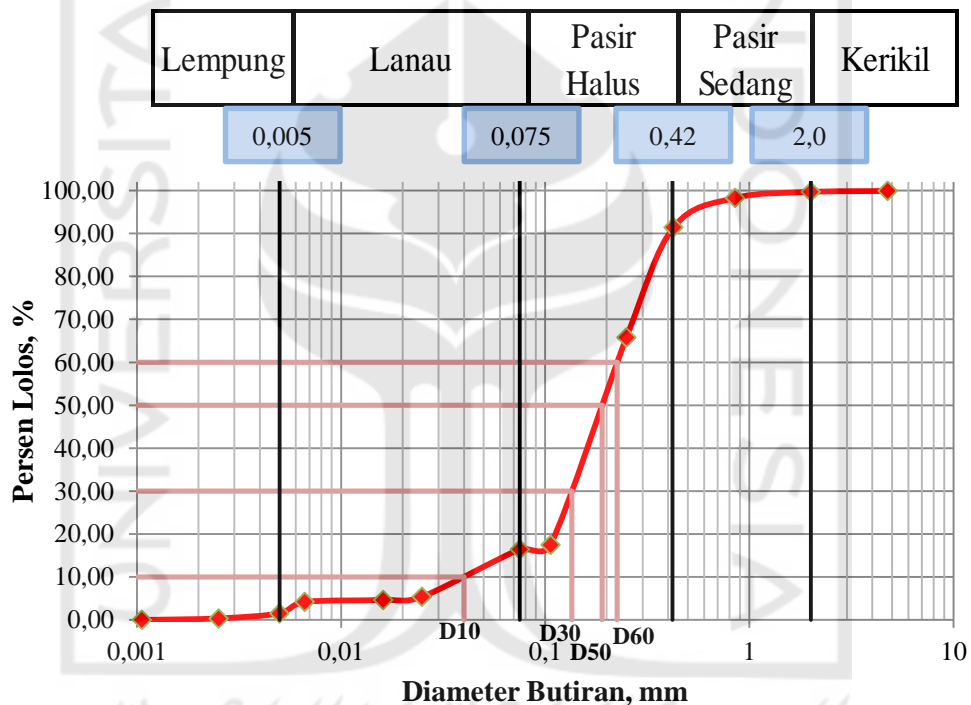
Koefisien gradasi dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.23 berikut.

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

$$C_c = \frac{(0,51)^2}{0,51 \times 0,21}$$

$$C_c = 1,07$$

Analisis potensi likuifaksi pada lapisan tanah titik 1 Desa Palihan pada kedalaman 2,00 meter didapat $D_{50} = 0,19$ maka $D_{50} > 0,02$ dan $D_{50} < 1,00$ termasuk dalam kriteria jenis tanah yang akan mengalami likuifaksi. Berdasarkan kandungan *fines*, butir $D < 0,005$ mm tidak lebih dari 20% hal ini dapat dilihat dari persentase lempung Desa Palihan titik 1 yaitu sebesar 2,11% maka tanah termasuk dalam kriteria jenis tanah yang akan mengalami likuifaksi. Berdasarkan koefisien keseragaman, C_u didapat $11,9 < 10$, maka tanah tidak termasuk dalam kriteria jenis tanah yang akan mengalami likuifaksi.



Gambar 5.9 Kurva Penentuan D_{10} , D_{30} , D_{50} dan D_{60} Desa Palihan Titik 1

$$D_{50} = 0,19 > 0,02 \text{ dan } D_{50} = 0,19 < 1,00$$

$$D_{10} = 0,04$$

$$D_{30} = 0,135$$

$$D_{60} = 0,225$$

Koefisien keseragaman dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.22 berikut.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$Cu = \frac{0,225}{0,04}$$

$$Cu = 5,625 < 10$$

Koefisien gradasi dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.23 berikut.

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

$$Cc = \frac{(0,135)^2}{0,225 \times 0,04}$$

$$Cc = 2,025$$

Analisis potensi likuifaksi pada lapisan tanah titik 2 Desa Palihan pada kedalaman 2,00 meter didapat $D_{50} = 0,19$ maka $D_{50} > 0,02$ dan $D_{50} < 1,00$ termasuk dalam kriteria jenis tanah yang akan mengalami likuifaksi. Berdasarkan kandungan *fines*, butir $D < 0,005$ mm tidak lebih dari 20% hal ini dapat dilihat dari persentase lempung Desa Palihan titik 2 yaitu sebesar 1,54% maka tanah termasuk dalam kriteria jenis tanah yang akan mengalami likuifaksi. Berdasarkan koefisien keseragaman, Cu didapat $5,625 < 10$, maka tanah tidak termasuk dalam kriteria jenis tanah yang akan mengalami likuifaksi.

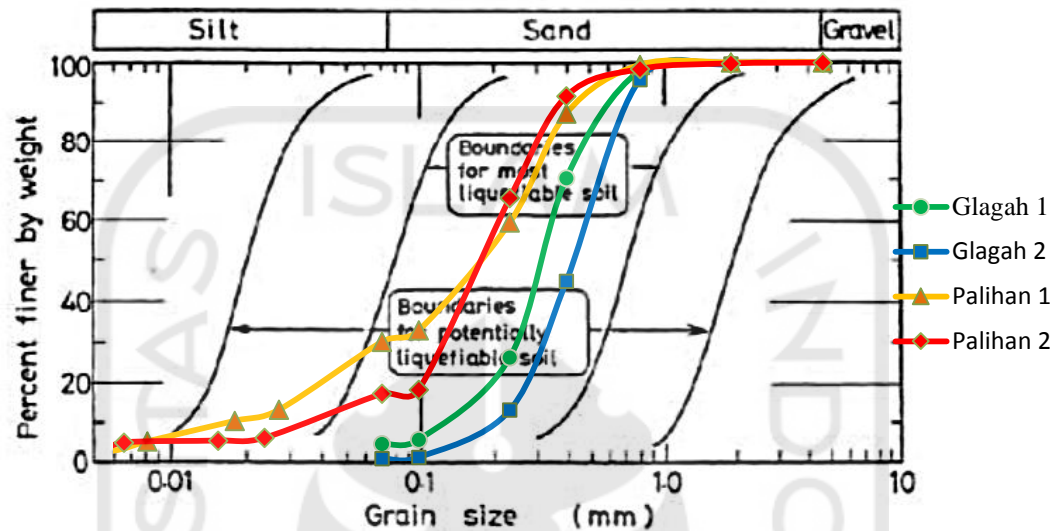
Hasil analisis likuifaksi Desa Glagah dan Desa Palihan menurut Youd dan Gilstrap, 1999 dalam Day 2002; Perlea dkk, 1999 dalam Prakash dan Puri, 2003 dapat dilihat pada Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5.10 Hasil Analisis Likuifaksi menurut Youd dan Gilstrap, 1999 dalam Day 2002; Perlea dkk, 1999 dalam Prakash dan Puri, 2003

Desa	D50 (mm)	$0,02 < D_{50} < 1$	D < 0,005 (%)	D < 0,005 tidak lebih dari 20%	Cu	Cu < 10
Glagah 1	0,33	likuifaksi	3,85%	likuifaksi	2,64	likuifaksi
Glagah 2	0,45	likuifaksi	0,14%	likuifaksi	2,12	likuifaksi
Palihan 1	0,19	likuifaksi	2,11%	likuifaksi	11,9	tidak likuifaksi
Palihan 2	0,19	likuifaksi	1,54%	likuifaksi	5,62	likuifaksi

Kurva distribusi butir tanah sampel Desa Glagah maupun Desa Palihan diplotkan ke dalam Kurva Gradasi Ukuran Butir yang berpotensi likuifaksi pada Gambar 3.5, sehingga dapat terlihat potensi likuifaksi pada Desa Glagah dan Desa

Palihan berdasarkan distribusi butir tanah. Grafik potensi likuifaksi distribusi butir tanah Desa Glagah dan Desa Palihan dapat dilihat pada Gambar 5.10 berikut.



Gambar 5.10 Kurva Potensi Likuifaksi Distribusi Butir Tanah

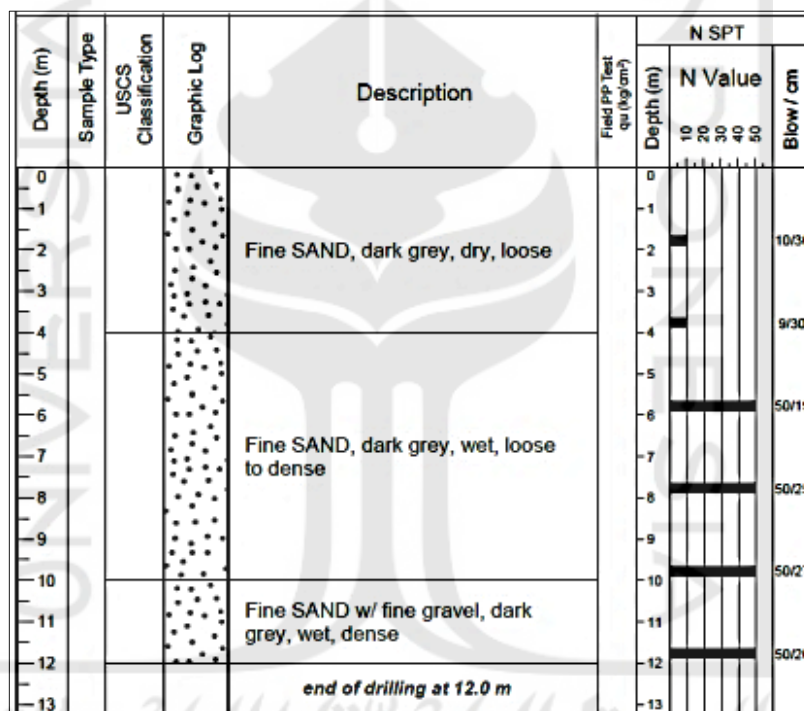
Hasil uji grafik distribusi butir tanah diperoleh bahwa tanah Desa Glagah dan Desa Palihan rentan terhadap likuifaksi, hasil tersebut dapat dilihat dari Gambar 5.10 yang menunjukkan hasil keempat titik berada dalam batasan tanah mengalami likuifaksi.

5.3 Potensi Likuifaksi berdasarkan Data N-SPT

Metode Seed, Martin & Lysmer (1975) yang disebut juga metode Seed et al (1975) dan metode Velera & Donovan (1977) merupakan analisis potensi likuifaksi yang menggunakan data lapangan N-SPT dan parameter gempa. Data lapangan yang digunakan adalah data N-SPT yang didapat dari proyek bandara *New Yogyakarta International Airport (NYIA)* di Kulon Progo. Parameter gempa yang digunakan adalah gempa yang pernah terjadi di Bantul tanggal 27 Mei 2006.

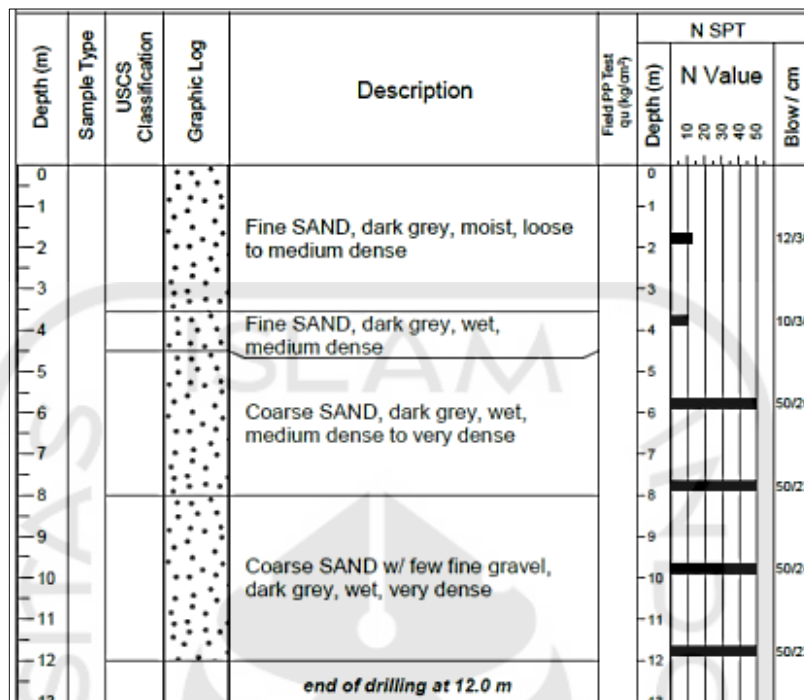
5.3.1 Data Lapangan dan Parameter Gempa

Data lapangan yang digunakan dalam analisis studi Tugas Akhir ini merupakan data sekunder yang didapat dari proyek bandara *New Yogyakarta International Airport* (NYIA) di Desa Glagah dan Desa Palihan, Kulon Progo. Dalam analisis ini digunakan 2 titik desa Glagah dan 2 titik desa Palihan. Data N-SPT bandara *New Yogyakarta International Airport* (NYIA) di Desa Glagah dan Desa Palihan dapat dilihat pada Gambar 5.11 sampai Gambar 5.14 berikut, lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 9.



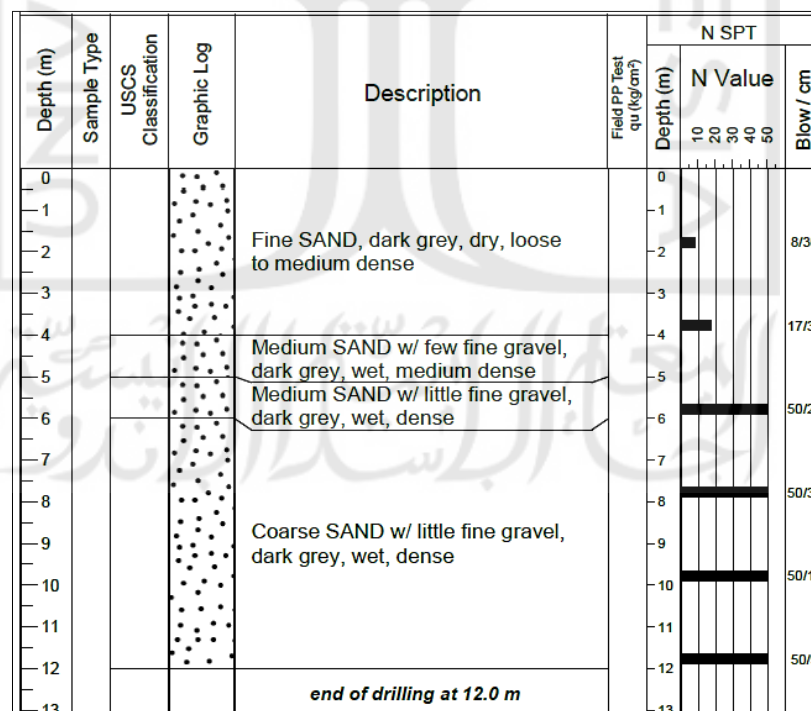
Gambar 5.11 Data N-SPT titik DB-02 di Desa Glagah

(Sumber : NSE, 2017)



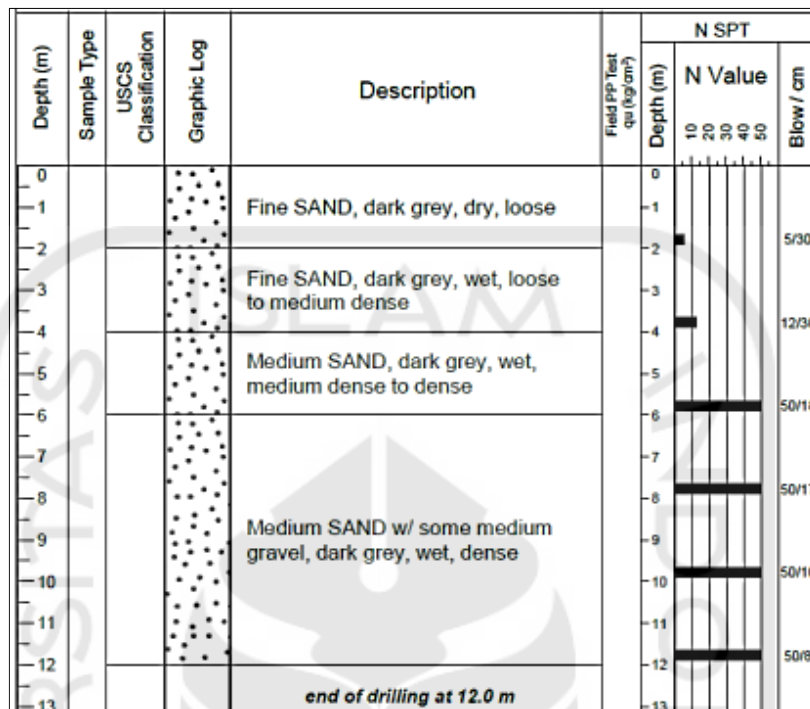
Gambar 5.12 Data N-SPT titik DB-32 di Desa Glagah

(Sumber : NSE, 2017)



Gambar 5.13 Data N-SPT titik DB-09 di Desa Palihan

(Sumber : NSE, 2017)



Gambar 5.14 Data N-SPT titik DB-11 di Desa Palihan

(Sumber : NSE, 2017)

Diperlukan pula data propertis tanah dalam perhitungan analisis potensi likuifaksi Metode Seed, Martin & Lysmer (1975) atau metode Seed et al (1975) yang dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut, lebih lengkapnya dapat dilihat di Lampiran 8 dan Lampiran 10.

Tabel 5.11 Propertis Tanah Titik Bor DB-02, DB-32, DB-09, DB-11

Bore Hole	Muka Air Tanah (m)	Depth (m)	Gs	γ (kN/m ³)	n
DB 02	2,7	1-2 m	3,09	11,494	0,64
		4-5 m	3,05	13,348	0,57
		8-9 m	2,54	13,406	0,48
		11-12 m	2,87	14,661	0,5
DB 32	3,2	2-3 m	3,27	14,06	0,58
		6-7 m	3,43	16,1	0,54
		8-9 m	2,94	12,88	0,57
		10-11 m	2,96	14,47	0,52

Lanjutan Tabel 5.11 Propertis Tanah Titik Bor DB-02, DB-32, DB-09, DB-11

Bore Hole	Muka Air Tanah (m)	Depth (m)	Gs	γ (kN/m ³)	n
DB 09	1,98	2-3 m	3,47	14,01	0,6
		4-5 m	3,16	14,75	0,54
		10-11m	2,83	15,51	0,46
		11-12 m	2,85	14,79	0,49
DB 11	1,55	2-3 m	3,2	14,94	0,54
		4-5 m	3,25	15,72	0,53
		10-11m	2,82	15,59	0,46
		11-12 m	2,84	16,18	0,44

5.3.2 Analisis Data

Data N-SPT dan data propertis tanah yang telah di dapat, akan dianalisis menggunakan metode Seed, Martin & Lysmer (1975) dan metode Velera & Donovan (1977) sebagai berikut.

1. Metode Seed, Martin & Lysmer (1975)

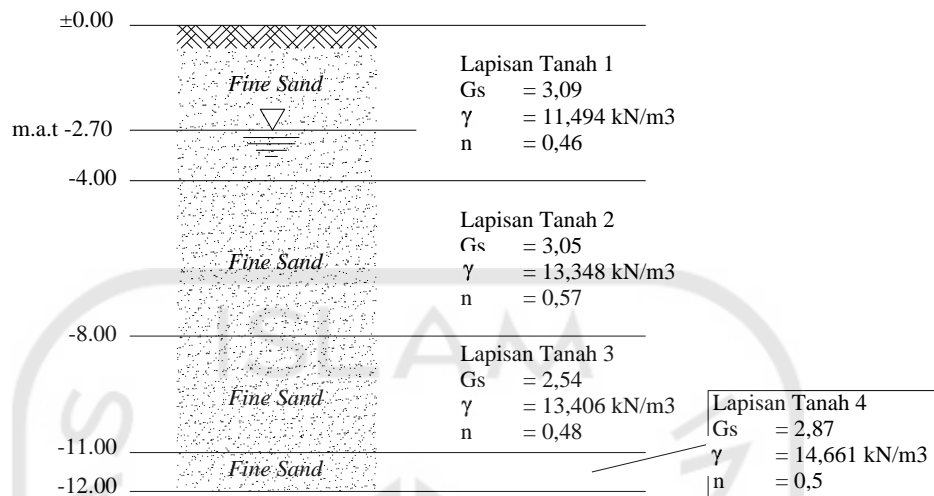
Analisis potensi likuifaksi metode Seed, Martin & Lysmer (1975) diperlukan nilai jumlah getaran ekuivalen (N_{eq}) dan nilai jumlah getaran untuk mengetahui potensi likuifaksi (NL). Apabila nilai N_{eq} lebih kecil dari pada NL maka likuifaksi tidak akan terjadi dan apabila N_{eq} lebih besar daripada NL maka akan terjadi likuifaksi. Berikut perhitungan N_{eq} dan NL.

a. Nilai N_{eq}

Parameter gempa yang digunakan adalah parameter gempa yang terjadi di Bantul 27 Mei 2006. Gempa yang terjadi berkekuatan 6,3 SR Mw. Nilai N_{eq} didapatkan dari Tabel 3.7 dengan kekuatan gempa 6,3 SR sehingga didapatkan nilai N_{eq} adalah 8.

b. Tegangan efektif (σ_{vo})

Berikut dapat dilihat propertis tanah pada setiap lapisan pada Gambar 5.15. Muka air tanah pada titik DB-02 Desa Glagah adalah 2,7 m dan $\gamma = 11,494$ kN/m³. Dapat dilihat propertis tanah pada titik DB-02 pada Gambar 5.15, maka perhitungan tegangan efektif sebagai berikut.



Gambar 5.15 Propertis Tanah pada Titik DB-02 Desa Glagah

Muka air tanah pada titik DB-02 Desa Glagah adalah 2,7 m dan $\gamma = 11,494 \text{ kN/m}^3$.

- 1) Kedalaman 2 m

Tanah bukan tanah jenuh air maka perhitungan menggunakan persamaan 3.2 sebagai berikut.

$$\sigma_{vo} = \sigma_{vo'} = h \cdot \gamma$$

$$\sigma_{vo} = \sigma_{vo'} = 2 \cdot 11,494$$

$$\sigma_{vo} = \sigma_{vo'} = 22,99 \text{ kN/m}^2$$

- 2) Kedalaman 2,7 m (batas muka air tanah)

Tanah bukan tanah jenuh air maka perhitungan menggunakan Persamaan 3.2 sebagai berikut.

$$\sigma_{vo} = \sigma_{vo'} = h \cdot \gamma$$

$$\sigma_{vo} = \sigma_{vo'} = 2,7 \cdot 11,494$$

$$\sigma_{vo} = \sigma_{vo'} = 31,03 \text{ kN/m}^2$$

- 3) Kedalaman 4 m

Lapisan tanah kedalaman 2,7 m hingga 4 m merupakan tanah jenuh air maka perhitungan menjadi tegangan yang terjadi diatas permukaan air ditambah dengan tegangan yang berada di bawah muka air hingga

kedalaman tertentu. Perhitungan tegangan efektif dapat dilihat pada rangkaian perhitungan berikut.

Perhitungan angka pori menggunakan Persamaan 3.8 berikut.

$$e = \frac{n}{1-n}$$

$$e = \frac{0,64}{1-0,64}$$

$$e = 1,78$$

Perhitungan γ_{sat} menggunakan Persamaan 3.9 berikut.

$$\gamma_{\text{sat}} = \frac{\gamma_w (Gs+e)}{1+e}$$

$$\gamma_{\text{sat}} = \frac{9,81 (3,09+1,78)}{1+1,78}$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 17,19 \text{ kN/m}^3$$

Maka tegangan efektif tanah pada kedalaman 4 m sebagai berikut.

$$\sigma_{\text{vo}'} = h_{2\text{m}} \cdot \gamma + h_{4\text{m}} (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w)$$

$$\sigma_{\text{vo}'} = 2,7 \cdot 11,494 + (4-2,7) \cdot (17,19 - 9,81)$$

$$\sigma_{\text{vo}'} = 40,63 \text{ kN/m}^2$$

Dan tegangan σ_{vo} pada kedalaman 4 m sebagai berikut.

$$\sigma_{\text{vo}} = h_{2\text{m}} \cdot \gamma + h_{4\text{m}} \cdot \gamma_{\text{sat}}$$

$$\sigma_{\text{vo}} = 2,7 \cdot 11,494 + (4-2,7) \cdot 24,56$$

$$\sigma_{\text{vo}} = 53,38 \text{ kN/m}^2$$

c. Relatif densiti (Dr)

Perhitungan relatif densiti dihitung sesuai dengan tegangan total lapisannya (σ_{vo}). Apabila $\sigma_{\text{vo}} \leq 71,82 \text{ kN/m}^2$, maka perhitungan menggunakan Persamaan 3.25 dan $\sigma_{\text{vo}} > 71,82 \text{ kN/m}^2$, maka perhitungan menggunakan Persamaan 3.26.

1) Kedalaman 2 m

$$\sigma_{\text{vo}} = 22,99 \text{ kN/m}^2 \leq 71,82 \text{ kN/m}^2$$

$$Dr = \sqrt{\left[\frac{N}{20(1 + 0,04177 \cdot \sigma_{\text{vo}})} \right]}$$

$$Dr = \sqrt{\left[\frac{10}{20(1 + 0,04177 \cdot 22,99)} \right]}$$

$$D_r = 0,505$$

$$D_r = 50,5 \%$$

2) Kedalaman 4 m

$$\sigma_{vo} = 53,38 \text{ kN/m}^2 \leq 71,82 \text{ kN/m}^2$$

$$D_r = \sqrt{\left[\frac{N}{20(1 + 0,04177 \cdot \sigma_{vo})} \right]}$$

$$D_r = \sqrt{\left[\frac{9}{20(1 + 0,04177 \cdot 53,38)} \right]}$$

$$D_r = 0,373$$

$$D_r = 37,3 \%$$

d. *Cyclic shear stress* (τ_{eq})

Berikut rangkaian perhitungan τ_{eq} pada kedalaman 2 m titik DB-02 Desa Glagah.

1) Faktor reduksi

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

$$r_d = 1 - 0,015 \cdot 2$$

$$r_d = 0,97$$

2) a_{maks}

Perhitungan a_{maks} diperoleh dari nilai PGA_M dengan menggunakan Persamaan 3.1 berikut.

$$PGA_M = F_{PGA} \cdot PGA$$

PGA adalah percepatan tanah puncak terpetakan yang diperoleh dari Gambar 3.1. Dalam peta PGA , nilai PGA Desa Glagah didapat 0,4 – 0,5 g. F_{PGA} adalah koefisien situs yang didapat dari Tabel 3.1. Tanah Glagah merupakan tanah sedang (SD) dengan N antara 15 sampai 50 dan PGA 0,5 g maka nilai F_{PGA} adalah 1 .

Maka nilai a_{maks} sebagai berikut.

$$a_{maks} = PGA_M = 1 \cdot 0,5$$

$$a_{maks} = PGA_M = 0,5$$

3) τ_{maks}

Perhitungan τ_{maks} menggunakan Persamaan 3.28 berikut dengan $a_{maks} = 0,5$ yang didapat dari Gambar 3.1 daerah DIY.

$$\tau_{maks} = (\sigma_{vo}/g) \cdot a_{maks} \cdot rd$$

$$\tau_{maks} = (22,99/g) \cdot 0,5 \cdot 0,97$$

$$\tau_{maks} = 11,15 \text{ kN/m}^2$$

4) τ_{eq}

Perhitungan τ_{eq} menggunakan Persamaan 3.27 berikut.

$$\tau_{eq} = 0,65 \tau_{maks}$$

$$\tau_{eq} = 0,65 \cdot 11,15$$

$$\tau_{eq} = 7,25 \text{ kN/m}^2$$

e. Nilai NL

Perhitungan NL menggunakan Persamaan 3.17 berikut.

$$NL = \left[\frac{0,4697 \cdot Dr, \sigma_{vo}'}{\tau_{eq}} \right]^{5,5402}$$

$$NL = \left[\frac{0,4697 \cdot 0,505, 22,99}{7,39} \right]^{5,5402}$$

$$NL = 0,21 \text{ cycle}$$

Dari rangkaian perhitungan Neq dan NL didapat nilai Neq dan NL. Pada kedalaman 2 m DB-02 Desa Glagah dapat diketahui $Neq = 8$ dan $NL = 0,21$ cycle, maka $Neq > NL$ yang berarti tanah dalam kedalaman 2 m mengalami likuifaksi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.12 berikut.

Tabel 5.12 Rekapitulasi Perhitungan Metode Seed, Martin & Lysmer (1975)

Desa	Titik bor	N	depth (m)	Dr (%)	σ_{vo} (kN/m ²)	σ_{vo}' (kN/m ²)	rd	τ_{maks} (kN/m ²)	τ_{eq} (kN/m ²)	NL (cycle)	Neq (cycle)	Evaluasi
Glagah	DB 02	10	2	50,50	22,99	22,99	0,97	11,15	7,25	0,21	8	likuifaksi
		9	4	37,33	53,38	40,63	0,94	25,09	16,31	0,01	8	likuifaksi
		50	6	77,22	90,30	57,92	0,91	41,09	26,71	0,26	8	likuifaksi
		50	8	73,90	127,21	75,22	0,88	55,97	36,38	0,16	8	likuifaksi
		50	10	71,09	162,54	90,93	0,85	69,08	44,90	0,11	8	likuifaksi
		50	12	68,49	199,19	107,96	0,82	81,67	53,08	0,10	8	likuifaksi
	DB 32	5	2	46,61	42,18	28,12	0,97	20,46	13,30	0,01	8	likuifaksi
		12	4	37,69	60,32	38,41	0,94	28,35	18,43	0,00	8	likuifaksi
		50	6	76,43	98,65	57,12	0,91	44,88	29,18	0,14	8	likuifaksi
		50	8	72,83	140,20	79,05	0,88	61,69	40,10	0,11	8	likuifaksi
		50	10	69,69	181,75	100,98	0,85	77,24	50,21	0,10	8	likuifaksi
		50	12	67,15	219,83	119,44	0,82	90,13	58,58	0,09	8	likuifaksi
Palihan	DB 09	8	2	42,29	29,60	29,40	0,97	14,35	9,33	0,07	8	likuifaksi
		17	4	46,89	68,60	48,78	0,94	32,24	20,96	0,02	8	likuifaksi
		50	6	75,60	107,71	68,28	0,91	49,01	31,86	0,22	8	likuifaksi
		50	8	72,30	146,83	87,77	0,88	64,60	41,99	0,15	8	likuifaksi
		50	10	69,40	185,94	107,27	0,85	79,03	51,37	0,12	8	likuifaksi
		50	12	66,88	224,07	125,78	0,82	91,87	59,72	0,10	8	likuifaksi
	DB 11	5	2	32,35	33,25	28,83	0,97	16,13	10,48	0,01	8	likuifaksi
		12	4	38,69	72,72	48,69	0,94	34,18	22,22	0,01	8	likuifaksi
		50	6	75,12	113,09	69,44	0,91	51,46	33,45	0,18	8	likuifaksi
		50	8	71,78	153,46	90,19	0,88	67,52	43,89	0,13	8	likuifaksi
		50	10	68,85	193,83	110,93	0,85	82,38	53,54	0,11	8	likuifaksi
		50	12	66,32	233,20	130,68	0,82	95,61	62,15	0,10	8	likuifaksi

2. Metode Velera & Donovan (1977)

Metode Velera & Donovan (1977) membandingkan antara tahanan N-SPT (N) dengan nilai kritisnya (Ncrit). Apabila tahanan N-SPT (N) lebih kecil dari nilai kritisnya (Ncrit), maka akan terjadi likuifaksi. Dan sebaliknya apabila tahanan N-SPT (N) lebih besar dari nilai kritisnya (Ncrit), maka tidak akan terjadi likuifaksi. Berikut rangkaian perhitungan Ncrit.

a. η

Parameter gempa yang digunakan adalah parameter gempa yang terjadi di Bantul 27 Mei 2006 yang berkekuatan 6,3 SR Mw. Dalam Tabel 3.9 kekuatan gempa 6,3 SR termasuk intensitas maksimum skala MMI tingkat VIII. Nilai η dapat dilihat pada Tabel 3.8 dengan NNI tingkat VIII sebesar 10 blow/feet.

b. Ncrit

Perhitungan Ncrit dihitung menggunakan Persamaan 3.29 berikut.

$$N_{crit} = \eta [1 + 0,125(ds - 3) - 0,05(dw - 2)]$$

dengan:

$$\eta = 10 \text{ blow/feet}$$

Kedalaman muka air tanah adalah 2,7 m

Perhitungan Ncrit kedalaman 2 m pada titik DB-02 Desa Glagah

$$N_{crit} = 10 [1 + 0,125(2 - 3) - 0,05(2,7 - 2)]$$

$$N_{crit} = 8,4 \text{ blow/feet}$$

Dari rangkaian perhitungan Ncrit maka dapat dibandingkan antara N dan Ncrit. Pada kedalaman 2 m DB-02 Desa Glagah dapat diketahui $N = 10$ blow/feet dan $N_{crit} = 8,4$ blow/feet, maka $N > N_{crit}$ yang berarti tanah dalam kedalaman 2 m tidak mengalami likuifaksi. lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut.

Tabel 5.13 Rekapitulasi Perhitungan Ncrit Metode Velera & Donovan (1977)

Desa	Titik Bor	muka air tanah (m)	Kedalaman (m)	N (blow/ft)	Ncrit (blow/ft)	Evaluasi
Glagah	DB-02	2,7	2	10	8,4	tdk Likuifaksi
			4	9	10,9	Likuifaksi
			6	50	13,4	tdk Likuifaksi
			8	50	15,9	tdk Likuifaksi

Lanjutan Tabel 5.13 Rekapitulasi Perhitungan Ncrit Metode Velera & Donovan (1977)

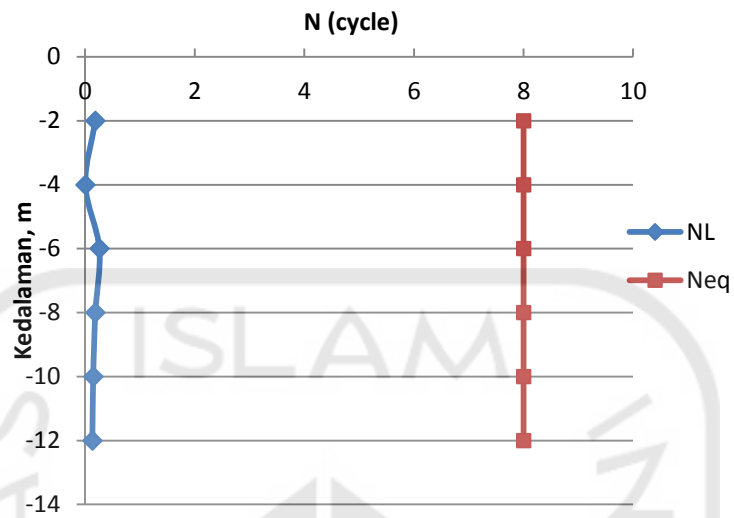
Desa	Titik Bor	muka air tanah (m)	Kedalaman (m)	N (blow/ft)	Ncrit (blow/ft)	Evaluasi
			10	50	18,4	tdk Likuifaksi
			12	50	20,9	tdk Likuifaksi
Glagah	DB-32	3,2	2	12	8,15	tdk Likuifaksi
			4	10	10,65	Likuifaksi
			6	50	13,15	tdk Likuifaksi
			8	50	15,65	tdk Likuifaksi
			10	50	18,15	tdk Likuifaksi
			12	50	20,65	tdk Likuifaksi
Palihan	DB-09	1,98	2	8	8,76	Likuifaksi
			4	17	11,26	tdk Likuifaksi
			6	50	13,76	tdk Likuifaksi
			8	50	16,26	tdk Likuifaksi
			10	50	18,76	tdk Likuifaksi
			12	50	21,26	tdk Likuifaksi
Palihan	DB-11	1,55	2	5	8,975	Likuifaksi
			4	12	11,475	tdk Likuifaksi
			6	50	13,975	tdk Likuifaksi
			8	50	16,475	tdk Likuifaksi
			10	50	18,975	tdk Likuifaksi
			12	50	21,475	tdk Likuifaksi

5.3.3 Pembahasan

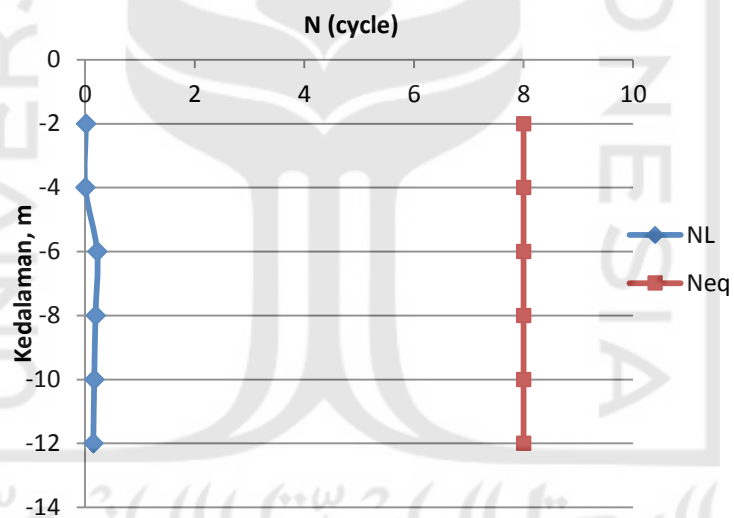
Analisis potensi likuifaksi berdasarkan data N-SPT menggunakan metode Seed, Martin & Lysmer (1975) dan metode Velera & Donovan (1977) didapatkan hasil sebagai berikut.

1. Metode Seed, Martin & Lysmer (1975)

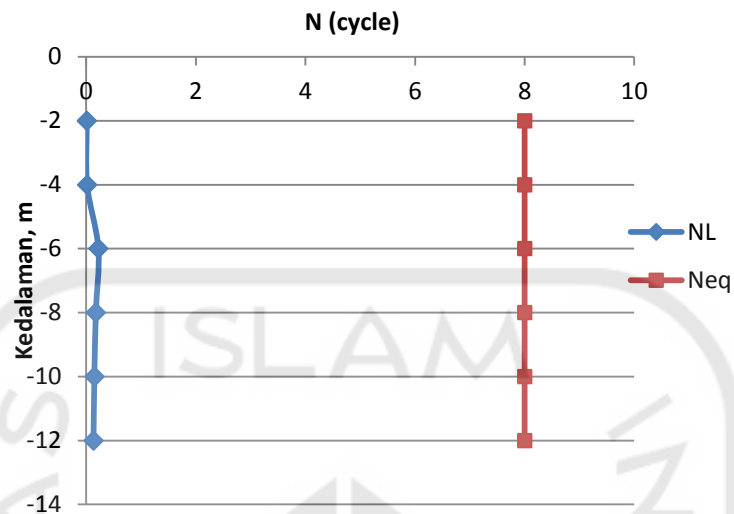
Berdasarkan Tabel 5.13 perhitungan potensi likuifaksi metode Seed, Martin & Lysmer (1975) dapat disajikan dalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.16 sampai Gambar 5.19 berikut.



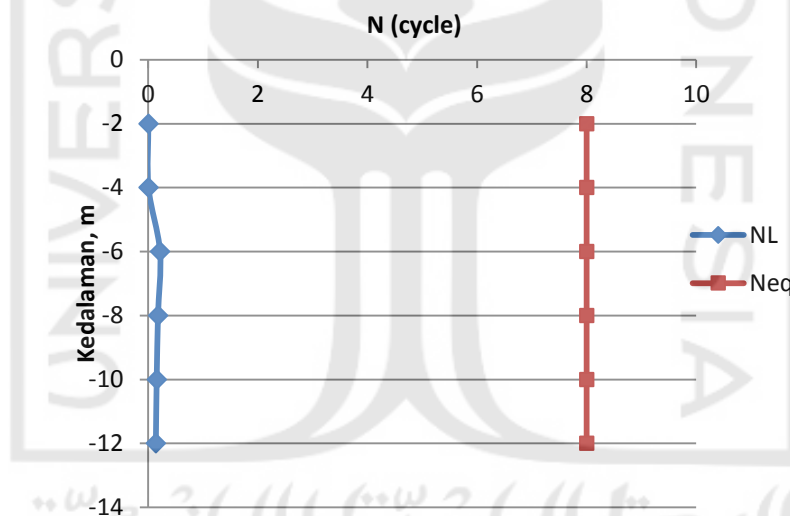
Gambar 5.16 Potensi Likuifaksi Metode Seed, Martin & Lysmer (1975)
Titik DB-02 di Desa Glagah



Gambar 5.17 Potensi Likuifaksi Metode Seed, Martin & Lysmer (1975)
titik DB-32 di Desa Glagah



Gambar 5.18 Potensi Likuifaksi Metode Seed, Martin & Lysmer (1975) titik DB-09 di Desa Palihan



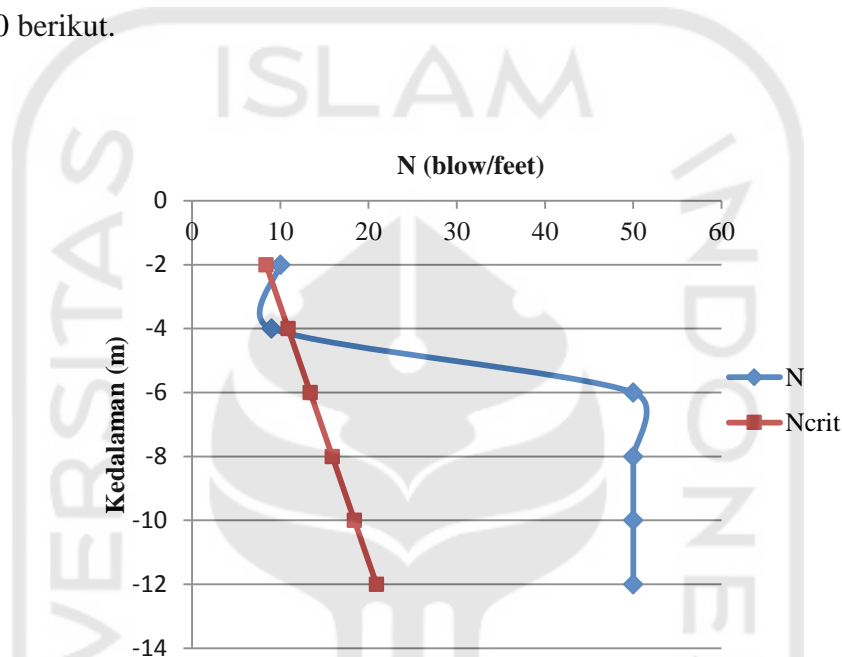
Gambar 5.19 Potensi Likuifaksi Metode Seed, Martin & Lysmer (1975) titik DB-11 di Desa Palihan

Potensi likuifaksi bersarkan metode Seed, Martin & Lysmer (1975) dapat dilihat pada Gambar 5.16 sampai Gambar 5.19 yang menunjukkan nilai jumlah getaran untuk mencapai likuifaksi (NL) dan nilai jumlah getaran equivalen (Neq). Apabila $NL > Neq$, maka tanah berpotensi likuifaksi dan apabila $NL < Neq$, maka tanah tidak berpotensi likuifaksi. Pada Gambar 5.16 sampai

Gambar 5.19 dapat dilihat bahwa nilai $N_L < \text{nilai } N_{eq}$, maka Desa Glagah dan Desa Palihan berpotensi likuifaksi.

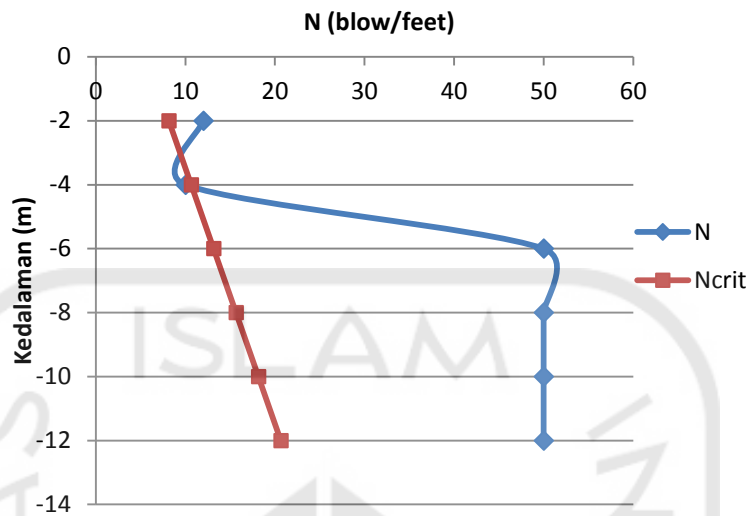
2. Metode Velera & Donovan (1977)

Berdasarkan Tabel 5.13 perhitungan potensi likuifaksi metode Velera & Donovan (1977) dapat disajikan dalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.20 berikut.



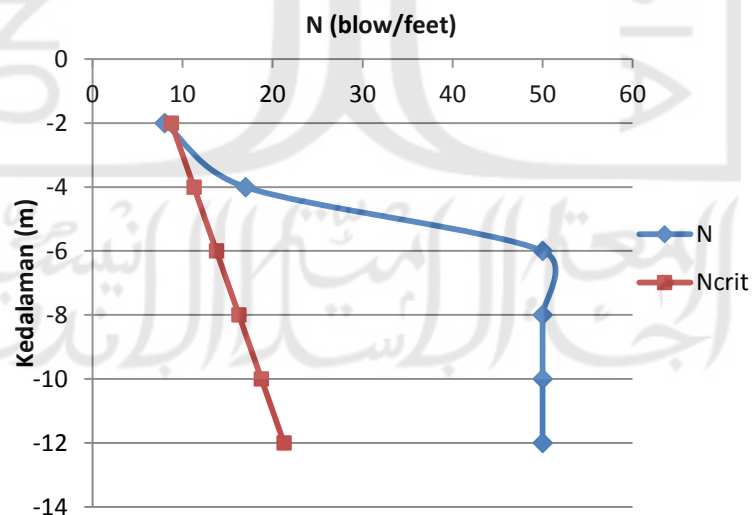
Gambar 5.20 Potensi Likuifaksi Metode Velera dan Donovan (1977) titik DB-02 di Desa Glagah

Gambar 5.20 menunjukkan bahwa pada titik DB 02 di Desa Glagah likuifaksi berpotensi terjadi pada kedalaman sekitar 2,6 m sampai 4,2 m dan tidak berpotensi pada kedalaman kurang dari 2,6 m dan kedalaman lebih dari 4,2 m.



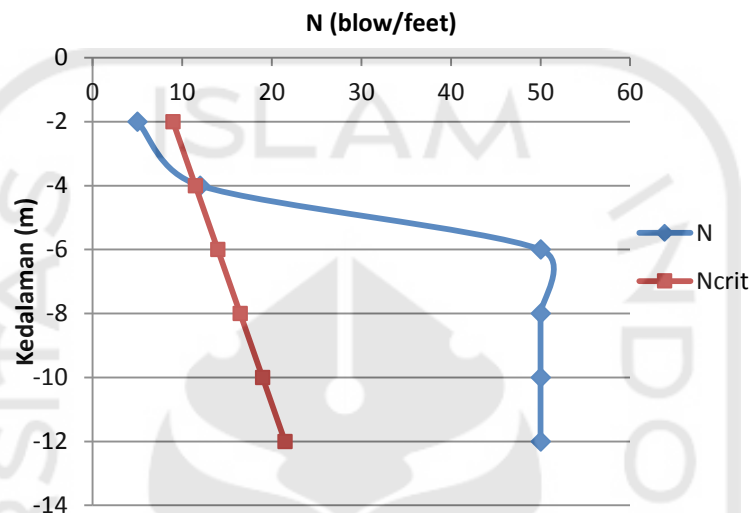
Gambar 5.21 Potensi Likuifaksi Metode Velera dan Donovan (1977) titik DB-32 di Desa Glagah

Gambar 5.21 menunjukkan bahwa pada titik DB 32 di Desa Glagah likuifaksi berpotensi terjadi pada kedalaman sekitar 3,1 m sampai 4,2 m dan tidak berpotensi pada kedalaman kurang dari 3,1 m dan kedalaman lebih dari 4,2 m.



Gambar 5.22 Potensi Likuifaksi Metode Velera dan Donovan (1977) titik DB-09 di Desa Palihan

Gambar 5.22 menunjukkan bahwa pada titik DB 09 di Desa Palihan likuifaksi berpotensi terjadi dari permukaan tanah sampai kedalaman 2,2 m dan tidak berpotensi pada kedalaman lebih dari 2,2 m.



Gambar 5.23 Potensi Likuifaksi Metode Velera dan Donovan (1977) titik DB-11 di Desa Palihan

Gambar 5.23 menunjukkan bahwa pada titik DB 11 di Desa Palihan likuifaksi berpotensi terjadi dari permukaan tanah sampai kedalaman 3,9 m dan tidak berpotensi pada kedalaman lebih dari 3,9 m.

Potensi likuifaksi berdasarkan Data N-SPT menggunakan metode Seed, Martin & Lysmer (1975) dan metode Velera & Donovan (1977) mendapatkan hasil yang berbeda. Hasil analisis potensi likuifaksi berdasarkan data N-SPT antara metode Seed, Martin & Lysmer (1975) dan metode Velera & Donovan (1977) dapat dilihat pada Tabel 5.14 berikut.

Tabel 5.14 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi berdasarkan Data N-SPT

Desa	Titik Bor	Kedalaman (m)	N	Dr (%)	Seed, Martin & Lysmer (1975)	Velera & Donovan (1977)
					Evaluasi	
Glagah	DB-02	2	10	50,50	likuifaksi	tdk Likuifaksi
		4	9	33,53	likuifaksi	Likuifaksi
		6	50	74,41	likuifaksi	tdk Likuifaksi
		8	50	70,76	likuifaksi	tdk Likuifaksi
		10	50	67,81	likuifaksi	tdk Likuifaksi
	DB-32	12	50	64,94	likuifaksi	tdk Likuifaksi
		2	12	46,61	likuifaksi	tdk Likuifaksi
		4	10	36,01	likuifaksi	Likuifaksi
		6	50	74,34	likuifaksi	tdk Likuifaksi
		8	50	70,03	likuifaksi	tdk Likuifaksi
		10	50	66,60	likuifaksi	tdk Likuifaksi
		12	50	63,81	likuifaksi	tdk Likuifaksi
Palihan	DB-09	2	8	38,27	likuifaksi	Likuifaksi
		4	17	44,80	likuifaksi	tdk Likuifaksi
		6	50	72,41	likuifaksi	tdk Likuifaksi
		8	50	68,68	likuifaksi	tdk Likuifaksi
		10	50	65,59	likuifaksi	tdk Likuifaksi
		12	50	62,99	likuifaksi	tdk Likuifaksi
	DB-11	2	5	30,42	likuifaksi	Likuifaksi
		4	12	37,72	likuifaksi	tdk Likuifaksi
		6	50	72,43	likuifaksi	tdk Likuifaksi
		8	50	68,60	likuifaksi	tdk Likuifaksi
		10	50	65,48	likuifaksi	tdk Likuifaksi
		12	50	62,88	likuifaksi	tdk Likuifaksi

Potensi likuifaksi pada lapisan pasir sedalam 12 meter dengan relatif densiti antara 30,42% sampai 74,41% berdasarkan gempa Bantul 2006, magnitudo 6,3 skala Richter, percepatan permukaan 0,5 g yang dianalisis berdasarkan metode Seed, Martin & Lysmer (1975) dan metode Velera & Donovan (1977), lapisan tanah berpotensi terjadi likuifaksi. Lapisan tanah berdasarkan metode Seed et al seluruhnya berpotensi terjadi likuifaksi. Hal ini disebabkan oleh nilai getaran equivalen (N_{eq}) lebih besar dari nilai getaran yang diperlukan untuk mencapai likuifaksi (NL). Nilai getaran equivalen (N_{eq}) dipengaruhi oleh besarnya kekuatan gempa. Sedangkan nilai getaran yang diperlukan untuk mencapai

likuifaksi (NL) dipengaruhi oleh tegangan geser equivalen, relatif densiti, dan tegangan tanah efektif.

Lapisan tanah setiap titik berdasarkan metode Velera & Donovan hanya satu lapisan saja yang mengalami likuifaksi. Lapisan tanah yang mengalami likuifaksi merupakan tanah pasir yang jenuh air dengan nilai N-SPT paling rendah. Nilai tahanan N-SPT (N) yang lebih kecil dari nilai kritisnya (N_{crit}) maka akan terjadi likuifaksi. N_{crit} dipengaruhi oleh fungsi intensitas getaran akibat gempa, kedalaman muka air tanah dan kedalaman lapisan tanah yang ditinjau. Pada lapisan tanah yang memiliki nilai N kecil namun tidak mengalami likuifaksi dikarenakan lapisan tanah tersebut merupakan tanah kering. Sedangkan lapisan tanah yang jenuh air namun tidak mengalami likuifaksi dikarenakan lapisan tanah tersebut memiliki nilai N yang besar sehingga nilai N tidak melebihi batas kritisnya.

