

ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI BERDASARKAN DISTRIBUSI UKURAN BUTIR DAN DATA N-SPT

Srikit¹, dan Hanindya Kusuma Artati²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 13511255@students.uii.ac.id

² Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 045110407@uui.ac.id

Abstract: *Adisutjipto Airport is a facility where planes land and take off located in Yogyakarta. Adisutjipto Airport has a parking capacity of 7 aircraft, but this capacity is not enough to accommodate the number of aircraft that will land at Adisutjipto Airport. The city of Yogyakarta built a new airport, namely New Yogyakarta International Airport (NYIA) in Kulon Progo, DIY. NYIA Airport was built near the beach precisely in Glagah Village, Jangkaran Village, Palihan Village, Kebon Rejo Village and Sindutan Village, Temon District, Kulon Progo Regency. Areas near the coast are disaster-prone areas including liquefaction. Liquefaction is the loss of soil strength due to earthquake vibrations caused by an increase in pore water stress and a decrease in the effective pressure in the soil layer. Liquefaction tends to potentially occur in soil layers that have fine and uniform grains. The potential of liquefaction in a soil layer can be determined through soil properties, environmental factors and earthquake parameters. The potential for liquefaction will be analyzed based on grain size distribution and N-SPT data. Analysis based on grain size distribution with sampling in the NYIA Airport area which then carried out laboratory tests. Analysis based on N-SPT data uses the Seed, Martin & Lysmer (1975) and Velera & Donovan (1977) methods using N-SPT data from the NYIA Airport project and earthquake parameters based on the 2006 Bantul earthquake. The results of the analysis show that the NYIA Airport development area is a potential liquefaction area. Analysis of liquefaction based on grain size distribution of Glagah Village and Palihan Village in a 2 m depth layer is potentially sandy liquefied soil. Liquefaction analysis based on N-SPT data with the Seed, Martin & Lysmer (1975) method at 6,3 SR earthquake magnitude, Glagah Village and Palihan Village has the potential for liquefaction from the ground to 12 m depth and liquefaction analysis based on N-SPT data with Velera method & Donovan (1977) in the 6,3 SR earthquake magnitude, Glagah village has the potential for liquefaction in the soil layer of 4 m depth and Palihan Village has the potential for liquefaction in the soil layer of 2 m depth.*

Keywords: *NYIA Airport, Likuifaksi, Grain size distribution, N-SPT data*

PENDAHULUAN

Bandara Adisutjipto merupakan fasilitas tempat pesawat mendarat dan lepas landas yang terletak di Yogyakarta. Bandara Adisutjipto memiliki kapasitas parkir sebanyak 7 pesawat, namun kapasitas tersebut kurang memadai untuk menampung

banyaknya pesawat yang akan mendarat. Kota Yogyakarta membangun bandara baru, yaitu *New Yogyakarta International Airport* (NYIA) di Kulon Progo, DIY untuk memenuhi kebutuhan parkir pesawat. Kawasan yang digunakan untuk pembangunan bandara NYIA merupakan kawasan rawan bencana diantaranya bencana

likuifaksi. Likuifaksi merupakan hilangnya kekuatan tanah akibat getaran gempa yang disebabkan oleh kenaikan tegangan air pori dan turunnya tekanan efektif dalam lapisan tanah. Likuifaksi cenderung berpotensi terjadi pada lapisan tanah yang memiliki butir-butir halus dan seragam.

Potensi likuifaksi pada kawasan bandara NYIA akan dianalisis berdasarkan distribusi ukuran butir dan data N-SPT dengan metode Seed, Martin & Lysmer (1975) dan metode Velera & Donovan (1977). Potensi likuifaksi berdasarkan distribusi ukuran butir dianalisis menggunakan kurva Tsuchida (1970) dengan data yang dibutuhkan berasal dari hasil uji analisa saringan dan hidrometer. Potensi likuifaksi berdasarkan data N-SPT dengan metode Seed, Martin & Lysmer (1975) dan metode Velera & Donovan (1977) akan dianalisis berdasarkan data N-SPT dari proyek pembangunan NYIA dan parameter gempa Bantul 2006.

TINJAUAN PUSTAKA

Untuk mencapai hasil yang lebih baik maka perlu dilakukan tinjauan pustaka terhadap penelitian terdahulu yang sejenis mengenai analisis likuifaksi.

Kajian Potensi Likuifaksi berdasarkan Konsep Critical State dan Uji Piezocone Pada Sedimen Pasiran Kota Padang merupakan penelitian yang dilakukan oleh Anastasia Sri Lestari, Paulus Pramono Rahardjo, Metta Devi Hartadi dan Antony Kesuma tahun 2014. Potensi likuifaksi dianalisis berdasarkan Critical State parameter dari hasil uji Triaxial CU dan potensi likuifaksi berdasarkan uji Piezocone pada Tanah Pasiran Padang. Dari hasil uji triaxial cu menghasilkan grafik hubungan tegangan efektif rata-rata terhadap angka pori yang menunjukkan berpotensi atau tidaknya suatu daerah dan uji Piezocone memberikan kesimpulan bahwa kondisi pasir Padang berpotensi likuifaksi pada gempa 7.9 SR dan percepatan $a = 2.5 \text{ m/sec}^2$.

Evaluasi Potensial Likuifaksi Pesisir Pantai Krueng Raya Aceh Besar Provinsi Aceh merupakan penelitian yang dilakukan oleh

Reza P. Munirwan dan Hendra Gunawan pada tahun 2012. Potensi likuifaksi dianalisis menggunakan metode Seed et al (1976) dan metode Castro (1975). Dari analisis potensi likuifaksi metode Seed et al (1975) dianalisis dengan membandingkan nilai jumlah getaran ekialen akibat gempa (N_e) dengan nilai jumlah getaran yang dibutuhkan untuk mencapai keadaan likuifaksi (NL), apabila N_e lebih besar dari NL maka akan terjadi likuifaksi dan potensi likuifaksi metode Castro (1976) dianalisis dengan memasukkan nilai tahanan standar penetrasi yang telah dikoreksi (N') dan nilai cyclic ratio (τ/σ'_{vo}) ke gambar yang memuat pita lengkung kritis, apabila titik yang dihasilkan berada di sebelah kiri pita lengkung maka terjadi likuifaksi.

Pemetaan Kerentanan Daerah Potensi Likuifaksi, Akibat Gempabumi Tektonik Studi Kasus Daerah Desa Panjangrejo dan Sekitarnya, Kecamatan Pundong, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan penelitian yang dilakukan oleh Alwyn Taufana J.P tahun 2013. Penelitian dilakukan dengan metoda pemetaan langsung yaitu dengan cara melakukan observasi lapangan untuk memetakan persebaran litologi pada daerah penelitian yang didapatkan dari hasil observasi lapangan sebagai salah satu data acuan pembuatan zonasi rawan likuifaksi. Hasil dari penelitian ini berupa peta zonasi kerentanan likuifaksi.

LANDASAN TEORI

Gempa Bumi

Likuifaksi adalah hilangnya kekuatan tanah akibat kenaikan tegangan air pori dan turunnya tekanan efektif dari lapisan tanah yang timbul akibat dari beban gempa. Likuifaksi dipengaruhi oleh parameter-parameter gempa yaitu magnitudo gempa, energi yang dilepas pada fokus gempa tektonik akibat deformasi lempeng, durasi/lama gempa, dan percepatan permukaan tanah.

Menurut SNI 1726-2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung,

percepatan tanah maksimum untuk evaluasi likuifaksi menggunakan percepatan puncak MCEG yang telah disesuaikan terhadap pengaruh situs yaitu PGA_M . Percepatan tanah puncak PGA_M dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$PGA_M = F_{PGA} \cdot PGA \quad (1)$$

dengan $PGA_M = MCE_G$ percepatan tanah puncak yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, F_{PGA} = koefisien situs, PGA = percepatan tanah puncak terpetakan.

Tanah

Dalam istilah-istilah teknik sipil, jenis tanah sesuai ukuran butiran dibedakan menjadi kerikil, pasir, lanau dan lempung. Tanah yang terdiri dari variasi jenis butiran disebut tanah bergradasi baik dan tanah yang terdiri dari sedikit jenis butiran disebut tanah bergradasi buruk atau seragam. Likuifaksi cenderung berpotensi terjadi pada lapisan tanah yang memiliki butir-butir halus dan seragam. Klasifikasi butiran tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.

	2,0 mm	0,75	0,42	0,2	0,075	0,06	0,02	0,006	0,002	0,0006	0,0002 mm	
Unified Class system	pasir		halus	Butiran halus (lanau dan lempung)								
ASTM	pasir sedang	pasir halus	Lanau		Lempung	Lempung koloidal						
MIT nomenclatur	pasir		halus	kasar	sedang	halus	kasar	sedang	halus	kasar	sedang	halus
International nomenclatur	sangat kasar	kasar	sedang	halus	kasar	halus	kasar	halus	kasar	halus	sangat halus	
	pasir		Mo		Lanau		Lempung					

Gambar 1 Klasifikasi Butiran

Likuifaksi

Likuifaksi merupakan hilangnya kekuatan tanah akibat getaran gempa. Peristiwa likuifaksi disebabkan oleh kenaikan tegangan air pori dan turunnya tekanan efektif dalam lapisan tanah akibat beban siklis dinamis. Seed et al (1975) mendefinisikan, bahwa likuifaksi adalah proses perubahan kondisi tanah pasir yang jenuh air menjadi cair akibat meningkatnya tekanan air pori yang harganya menjadi sama dengan tegangan total oleh sebab terjadinya beban dinamik, sehingga tegangan efektif tanah menjadi nol.

Potensi Likuifaksi berdasarkan Distribusi Butir Tanah

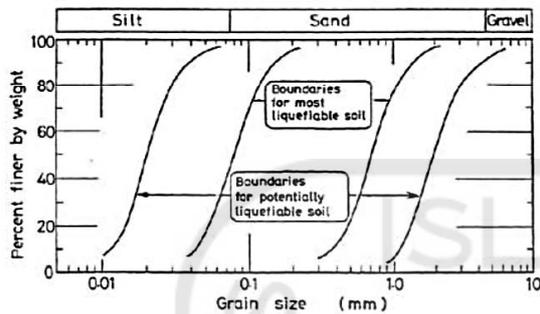
Likuifaksi akan lebih cenderung terjadi pada pasir jenuh air yang berdiameter halus. Ada

beberapa kriteria yang membuat jenis-jenis tanah tersebut mengalami likuifaksi (Youd dan Gilstrap, 1999 dalam Day 2002; Perle dkk, 1999 dalam Prakash dan Puri, 2003), sebagai berikut.

1. Diameter tengah D_{50} antara 0,02-1,00 mm
2. Kandungan fines, butir $D < 0,005$ mm tidak lebih dari 20%
3. Koefisien keseragaman $D_{60}/D_{10} < 10$
4. Kepadatan Relatif $Dr < 75\%$
5. Indeks plastisitas $IP < 13\%$

Tsuchida (1970) mengemukakan sebuah kurva distribusi butir tanah untuk memperkirakan kerentanan tanah terhadap likuifaksi. Berdasarkan distribusi butiran tanah, Tsuchida mengusulkan batas-batas

distribusi butir tanah yang peka terhadap likuifaksi seperti ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Distribusi Butir Tanah yang berpotensi Likuifaksi

Potensi Likuifaksi berdasarkan Data N-SPT

1. Metode Seed, Martin & Lysmer (1975)

Metode Seed, Martin & Lysmer (1975) atau dikenal juga dengan metode Seed et al (1975) merupakan analisis potensi likuifaksi yang dilakukan untuk mendapatkan nilai jumlah getaran (N_{eq}) dan nilai jumlah getaran yang diperlukan untuk mencapai likuifaksi (NL). Apabila N_{eq} lebih kecil dari NL , maka lapisan tanah berpotensi. Dan sebaliknya jika N_{eq} lebih besar dari NL akan terjadi likuifaksi. $N_{eq} < NL$, maka tanah berpotensi likuifaksi dan $N_{eq} > NL$, maka tanah tidak berpotensi likuifaksi. Nilai jumlah getaran (N_{eq}) dapat diketahui berdasarkan Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Nilai Jumlah Getaran (N_{eq})

Magnitude Skala Richter	Nilai Jumlah Getaran (N_{eq})
5,6 – 6,0	5
6,5	8
7	12
7,5	20
8	30

Nilai NL dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$NL = \left[\frac{0,4697 \cdot Dr \cdot \sigma_{vo}'}{\tau_{eq}} \right]^{5,5402} \quad (2)$$

dengan NL = jumlah getaran yang diperlukan untuk mencapai likuifaksi, Dr = relatif densiti, τ_{eq} = cyclic shear stress equivalen, σ_{vo}' = tegangan efektif lapisan.

Relatif densiti (Dr) dapat dihitung berdasarkan persamaan pendekatan Bazaraa (1967) berikut.

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

$$Dr = \sqrt{\left[\frac{N}{20(1+0,04177 \cdot \sigma_{vo})} \right]} \quad (3)$$

Untuk $\sigma_{vo} > 71,82 \text{ kN/m}^2$

$$Dr = \sqrt{\left[\frac{N}{20(3,25+0,01044 \cdot \sigma_{vo})} \right]} \quad (4)$$

dengan σ_{vo} = tegangan total lapisan tanah, Dr = relatif densiti, N = nilai N-SPT hasil uji lapangan.

Nilai τ_{eq} dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$\tau_{eq} = 0,65 \tau_{maks} \quad (5)$$

$$\tau_{maks} = (\sigma_{vo}/g) \cdot a_{maks} \cdot rd \quad (6)$$

dengan τ_{maks} = cyclic shear stress maksimum, g = percepatan gravitasi, a_{maks} = percepatan maksimum muka tanah, rd = faktor reduksi = $1-0,015 z$, dimana z adalah kedalaman tanah yang ditinjau.

2. Metode Velera & Donovan (1977)

Analisis metode Velera & Donovan (1977) dilakukan dengan menentukan nilai kritis dari tahanan N-SPT (N_{crit}) untuk menentukan keadaan tanah yang likuifaksi atau tidak likuifaksi. Apabila tahanan N-SPT (N) lebih kecil dari nilai kritisnya (N_{crit}), maka akan terjadi likuifaksi. Dan apabila nilai tahanan N-SPT (N) lebih besar dari nilai kritisnya (N_{crit}), maka tidak terjadi likuifaksi. Besar nilai N_{crit} ditentukan oleh Velera dan Donovan dengan persamaan berikut.

$$N_{crit} = \eta [1+0,125(ds-3)-0,05(dw-2)] \quad (7)$$

dengan N_{crit} = nilai kritis dari N-SPT, ds = kedalaman lapisan pasir yang ditinjau, dw = kedalaman muka air tanah dari muka tanah, η = suatu fungsi dari intensitas getaran akibat gempa tektonik yang dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Hubungan Skala MMI dengan Nilai η

<i>Modified Mercalli Intensity</i> (MMI)	η (blow/feet)
VII	6
VIII	10
IX	16

Perbandingan Richter skala magnitude dengan skala MMI dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Perbandingan Richter Skala Magnitude dengan Skala MMI

Magnitude Skala Richter	Intensitas Maksimum Skala MMI
1	-
2	I, II
3	III
4	IV, V
5	VI, VII
6	VIII
7	IX, X
8	X

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan penelitian sebagai berikut.

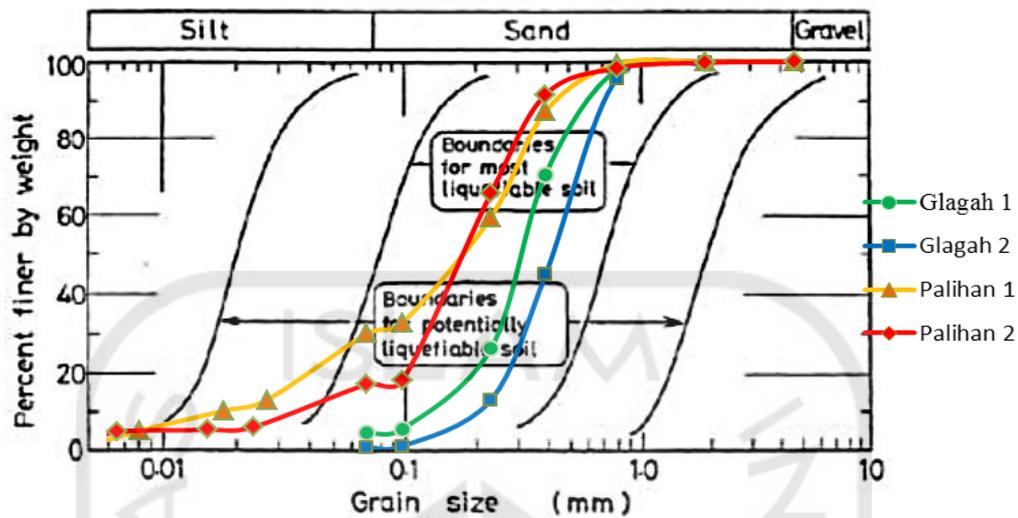
1. Pengumpulan data, meliputi pengambilan data uji laboratorium dan uji lapangan dari proyek pembangunan New Yogyakarta International Airport (NYIA) di Desa Glagah dan Desa Palihan serta pengambilan data parameter gempa Bantul 2006
2. Analisis dan pengolahan data, meliputi analisis dan mengolah data uji laboratorium distribusi ukuran butir hingga berupa grafik, menganalisis dan mengolah data uji lapangan N-SPT dan parameter gempa Bantul 2006 dengan menggunakan metode Seed, Martin & Lysmer (1975) dan metode Velera & Donovan (1977)
3. Penulisan dan penarikan kesimpulan, meliputi penulisan laporan analisis dan pengolahan data yang telah dilakukan serta menarik kesimpulan dari analisis tersebut.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

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.

Dilakukan uji laboratorium distribusi ukuran butir tanah dengan 2 sampel tanah Desa Glagah dan 2 sampel tanah Desa Palihan sedalam 2 m. Hasil pengujian yang telah diplotkan ke dalam kurva Tsuchida dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Kurva Potensi Likuifaksi Distribusi Butir Tanah

Desa Glagah titik 1 pada kedalaman 2 m merupakan pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus. Dari kurva distribusi butir tanah Desa Glagah titik 1 yang dapat dilihat pada Gambar 3 grafik titik bulat didapat $D_{50} = 0,335$ mm, butir $D < 0,005$ mm tidak lebih dari 20%, dan $C_u = 2,64$ yang merupakan kriteria tanah berpotensi likuifaksi. Dalam plot kurva distribusi butir tanah pada Gambar 3, Glagah titik 1 termasuk dalam kriteria jenis tanah yang akan mengalami likuifaksi.

Desa Glagah titik 2 pada kedalaman 2 m merupakan pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus. Dari kurva distribusi butir tanah Desa Glagah titik 2 yang dapat dilihat pada Gambar 3 grafik titik persegi didapat $D_{50} = 0,45$ mm, butir $D < 0,005$ mm tidak lebih dari 20%, dan $C_u = 2,12$ yang merupakan kriteria tanah berpotensi likuifaksi. Dalam plot kurva distribusi butir tanah pada Gambar 3, Glagah titik 2 termasuk dalam kriteria jenis tanah yang akan mengalami likuifaksi.

Desa Palihan titik 1 pada kedalaman 2 m merupakan pasir berlanau, campuran pasir-lanau. Dari kurva distribusi butir tanah Desa Palihan titik 1 yang dapat dilihat pada Gambar 3 grafik titik segitiga didapat $D_{50} = 0,19$ mm, butir $D < 0,005$ mm tidak lebih

dari 20% yang merupakan kriteria tanah berpotensi likuifaksi, dan $C_u = 11,9$ yang merupakan kriteria tanah tidak berpotensi likuifaksi. Dalam plot kurva distribusi butir tanah pada Gambar 3, Palihan titik 1 termasuk dalam kriteria jenis tanah yang akan mengalami likuifaksi.

Desa Palihan titik 2 pada kedalaman 2 m merupakan pasir berlanau, campuran pasir-lanau. Dari kurva distribusi butir tanah Desa Palihan titik 2 yang dapat dilihat pada Gambar 3 grafik titik belah ketupat didapat $D_{50} = 0,19$ mm, butir $D < 0,005$ mm tidak lebih dari 20%, dan $C_u = 5,62$ yang merupakan kriteria tanah berpotensi likuifaksi. Dalam plot kurva distribusi butir tanah pada Gambar 3, Palihan titik 2 termasuk dalam kriteria jenis tanah yang akan mengalami likuifaksi.

Potensi Likuifaksi berdasarkan Data N-SPT

1. Metode Seed, Martin & Lysmer (1975)

Analisis likuifaksi berdasarkan data N-SPT dengan metode Seed, Martin & Lysmer (1975) menggunakan data uji lapangan N-SPT yang didapat dari proyek pembangunan NYIA dan parameter gempa di dapat dari gempa Bantul 2006 yang berkekuatan 6,3 SR. Hasil dari analisis metode Seed, Martin & Lysmer

(1975) didapatkan hasil yang dapat dilihat

pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Hasil Analisis 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	11,37	7,39	0,19	8	likuifaksi
		9	4	37,33	53,38	40,63	0,94	25,58	16,62	0,01	8	likuifaksi
		50	6	77,22	90,30	57,92	0,91	41,88	27,22	0,24	8	likuifaksi
		50	8	73,90	127,21	75,22	0,88	57,06	37,09	0,14	8	likuifaksi
		50	10	71,09	162,54	90,93	0,85	70,42	45,77	0,10	8	likuifaksi
		50	12	68,49	199,19	107,96	0,82	83,25	54,11	0,09	8	likuifaksi
		DB 32	5	2	46,61	42,18	28,12	0,97	20,46	13,30	0,01	8
		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	14,63	9,51	0,07	8	likuifaksi
		17	4	46,89	68,60	48,78	0,94	32,87	21,36	0,02	8	likuifaksi
		50	6	75,60	107,71	68,28	0,91	49,96	32,47	0,20	8	likuifaksi
		50	8	72,30	146,83	87,77	0,88	65,86	42,81	0,13	8	likuifaksi
		50	10	69,40	185,94	107,27	0,85	80,56	52,36	0,11	8	likuifaksi
		50	12	66,88	224,07	125,78	0,82	93,65	60,87	0,09	8	likuifaksi
		DB 11	5	2	32,35	33,25	28,83	0,97	16,13	10,48	0,01	8
		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	

Dari Tabel 4 dapat dilihat hasil dari perhitungan Neq dan NL. Semua titik Desa Glagah dan Desa Palihan hingga kedalaman 12 m $NL < Neq$, maka lapisan tanah berpotensi likuifaksi.

2. Metode Velera & Donovan (1977)

Analisis likuifaksi berdasarkan data N-SPT dengan metode Velera & Donovan

(1977) menggunakan data uji lapangan N-SPT yang didapat dari proyek pembangunan NYIA dan parameter gempa di dapat dari gempa Bantul 2006 yang berkekuatan 6,3 SR. Hasil dari analisis metode Velera & Donovan (1977) didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5 Hasil Analisis 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		
			10	50	18,4	tdk Likuifaksi		
			12	50	20,9	tdk Likuifaksi		
			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		
	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		

Dari Tabel 5 dapat dilihat hasil dari perhitungan N dan Ncrit. Pada desa Glagah hanya pada lapisan tanah 4 m yang berpotensi terjadi likuifaksi sedangkan Desa Palihan hanya lapisan tanah 2 m yang berpotensi terjadi likuifaksi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil analisis potensi likuifaksi berdasarkan distribusi ukuran butir dan data N-SPT dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Potensi likuifaksi Desa Glagah dan Desa Palihan pada titik 1 dan titik 2 berdasarkan kurva distribusi butir tanah yang berpotensi likuifaksi (Tsuchida,1970) merupakan tanah yang

berpotensi terjadinya likuifaksi karena kurva distribusi butir tanah Desa Glagah dan Desa Palihan memasuki batasan tanah yang paling berpotensi likuifaksi,

2. Potensi likuifaksi berdasarkan data N-SPT metode Seed, Martin & Lysmer (1975) pada magnitude gempa 6,3 SR dari muka tanah hingga kedalaman 12 m Desa Glagah titik DB-02 dan DB-32 dan Desa Palihan titik DB-09 dan DB-11 didapat nilai $N_{eq} < N_L$ yang merupakan tanah berpotensi likuifaksi.
3. Potensi likuifaksi berdasarkan data N-SPT metode Velera & Donovan (1977) pada magnitude gempa 6,3 SR dari muka tanah hingga kedalaman 12 m Desa Glagah pada titik DB-02 dan DB-32 didapat nilai $N < N_{crit}$ hanya pada

kedalaman 4 m dan Desa Palihan DB-09 dan DB-11 didapat $N < N_{crit}$ hanya pada kedalaman 2 m sehingga pada Desa Glagah, tanah yang berpotensi likuifaksi pada tanah kedalaman 4 m dan pada Desa Palihan, tanah yang berpotensi likuifaksi pada tanah kedalaman 2 m.

Saran

Adapun saran dari penulis untuk pengembangan penelitian selanjutnya sebagai berikut.

1. Analisis potensi likuifaksi berdasarkan data N-SPT dapat dikembangkan lagi dengan metode yang berbeda seperti metode Castro (1975) dan metode Seed & Idriss (1971).
2. Analisis potensi likuifaksi dapat juga dianalisis menggunakan metode probabilistic dengan menentukan nilai mean cyclic ratio CSR dan mean cyclic resistance ratio CRR yang dibatasi oleh faktor keamanan dan indeks keandalan.

DAFTAR PUSTAKA

Alwyn Taufana J. P. 2013. Pemetaan Kerentanan Daerah Potensi Likuifaksi, akibat Gempabumi Tektonik Studi Kasus Daerah Desa Panjangrejo dan sekitarnya, Kecamatan Pundong, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Naskah Publikasi. Universitas Diponegoro. Semarang.

Anastasia Sri Lestari, Paulus Pramono Rahardjo, Metta Devi Hartadi, dan Antony Kesuma. 2014. Kajian Potensi Liquefaksi berdasarkan Konsep Critical State dan Uji Piezocone pada sedimen Pasiran Kota Padang. Penelitian. Universitas Katolik Parahyangan. Bandung.

Antonius Onggo, Lamo Sianturi, Candro R Aruab, Medi Simarmata, Tiama Ida Siahaan, Usman Efendi Ziliwu, dan Kepler Purba. 2018. Bab III Analisis Hidrometer. Penelitian. Universitas Katolik ST Thomas. Medan.

Gogot Setyo Budi. 2011. Pengujian Tanah di Laboratorium. Graha Ilmu. Yogyakarta.

H.A. Halim Hasmar. 2013. Dinamika Tanah dan Rekayasa Kegempaan. UII Press. Yogyakarta.

Hary Christady Hardiyatmo. 2014. Analisis dan Perancangan Fondasi I Edisi ketiga Cetakan Pertama. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

John Tri Hatmoko. 2016. Dinamika Tanah dan Liquefaction Cetakan ke 01. Cahaya Atma Pustaka. Yogyakarta.

Ni Made Kerthina Mela Octavia. 2009. Analisa Potensi terjadinya Likuifaksi dengan menggunakan Lembar Kerja. Tugas Akhir. (Tidak diterbitkan). Universitas Bina Nusantara. Jakarta.

Reza P. Munirwan dan Hendra Gunawan. 2012. Evaluasi Potensial Likuifaksi Pesisir Pantai Krueng Raya Aceh Besar Provinsi Aceh. Jurnal Teknik Sipil. Vol. 1 No. 2: 117-226. Banda Aceh.

Standar Nasional Indonesia. 2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. SNI 1726. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.

Standar Nasional Indonesia. 2008. Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah. SNI 3423. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.

Widodo Pawirodikromo. 2012. Seismologi Teknik & Rekayasa Kegempaan Cetakan I. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.