



GO-34

## POTENSI LIKUEFAKSI DI DAERAH PETOBO PALU BERDASARKAN HASIL UJI CPT DAN SWS

Astri Rahayu<sup>1\*</sup>, Arif Indrajaya<sup>1</sup>, Nur Hidayat<sup>1</sup>, Arifin B<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu, Indonesia, 94112

\*Corresponding author's e-mail: [astri\\_rahayum@yahoo.com](mailto:astri_rahayum@yahoo.com)

### ABSTRAK

Peristiwa likuefaksi yang terjadi di Kelurahan Petobo Kota Palu Sulawesi Tengah diakibatkan oleh gempa bumi 28 September 2018 dengan magnitudo 7,4 Mw. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah dan potensi terjadinya likuefaksi di Kantor BPKH Wilayah XVI Palu berdasarkan uji *Swedish Weight Sounding* (SWS) dan *Cone Penetration Test* (CPT). Pengujian dilakukan di area Kantor BPKH Wilayah XVI Palu, Kelurahan Petobo, Kota Palu, Sulawesi Tengah. Selain uji lapangan, penelitian ini juga didukung dengan data laboratorium berupa uji analisa saringan, batas-batas Atterberg, geser langsung dan berat isi. Hasil analisa saringan diperoleh bahwa sampel tanah pada titik T1 kedalaman 0,6 m merupakan tanah dengan klasifikasi SC, kedalaman 0,8 m merupakan tanah dengan klasifikasi SM – SC. Titik T2 merupakan tanah dengan klasifikasi SC. Pengujian batas-batas Atterberg dengan melihat nilai PI pada diagram plastisitas menunjukkan bahwa tanah pada titik T1 kedalaman 0,6 m masuk ke dalam klasifikasi CL, kedalaman 0,8 m masuk ke dalam klasifikasi ML. Titik T2 merupakan klasifikasi CL, serta nilai  $LL < 35\%$  maka semua sampel termasuk ke dalam kriteria yang berpotensi terjadi likuefaksi. Pengujian geser langsung diperoleh nilai kohesi pada titik T1 adalah 0,085 kg/cm<sup>2</sup> dengan sudut geser sebesar 41,153° merupakan jenis tanah pasir berlempung. Titik T2 diperoleh nilai kohesi 0,145 kg/cm<sup>2</sup> dengan nilai sudut geser 18,881° merupakan jenis tanah lempung. Pengujian SWS diperoleh hasil pada titik T1 kedalaman 0,12 m – 2,50 m berpotensi likuefaksi kecuali kedalaman 2,70 m. Titik T2 kedalaman 0,07 m – 6,50 m berpotensi terjadi likuefaksi kecuali kedalaman 6,68 m. Hasil perhitungan CPT didapatkan tanah pada titik T1 kedalaman 0,2 m – 0,8 m tidak berpotensi likuefaksi, kedalaman 1 m – 6,2 m berpotensi likuefaksi, dan pada kedalaman 6,4 m – 10,4 m tidak berpotensi likuefaksi. Titik T2 pada kedalaman 0,2 m tidak berpotensi likuefaksi, kedalaman 0,4 m – 4,6 m berpotensi likuefaksi, dan pada kedalaman 4,8 m – 5,4 m tidak berpotensi likuefaksi

Kata kunci: Likuefaksi, SWS, CPT, Petobo, Palu

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang terletak diantara tiga lempeng utama bumi, yaitu Australia, Eurasia dan Pasifik. Kondisi ini menyebabkan daerah-daerah di Indonesia sering terjadi gempa bumi tektonik maupun gempa bumi vulkanik. Gempa bumi bisa terjadi akibat tumbukan antar lempeng utama. Gempa bumi yang terjadi di Indonesia bervariasi, dari skala kecil hingga berskala besar. Bahkan sebagian besar wilayah nusantara sangat rawan terjadinya gempa bumi, salah satu misalnya ialah daerah Provinsi Sulawesi Tengah. Peristiwa likuefaksi yang terjadi di Kelurahan Petobo Kota Palu Sulawesi Tengah diakibatkan oleh gempa bumi Palu, 28 September 2018 dengan magnitudo 7,4 Mw dan kedalaman 10 km (BMKG, 2018). Gempa bumi tersebut terjadi karena aktivitas sesar darat yaitu Sesar Palu Koro. Sesar Palu Koro merupakan sesar yang memanjang kurang lebih 240 km dari utara (Kota Palu) ke selatan (Malili) hingga Teluk Bone. Kantor Balai Pemantapan Kawasan Hutan (BPKH) Wilayah XVI Palu merupakan fasilitas umum yang berada di daerah Petobo dan masih digunakan sampai saat ini. Lokasi kantor ini berada di daerah rawan likuefaksi. Sehingga perlu penanggulangan untuk mengurangi dampak likuefaksi yang terjadi.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dan pengambilan sampel terletak di sekitar area Kantor Balai Pemantapan Kawasan Hutan (BPKH) Wilayah XVI Palu Kelurahan Petobo, Kecamatan Palu Selatan, Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1 dan detail lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 2 dan gambar 3.



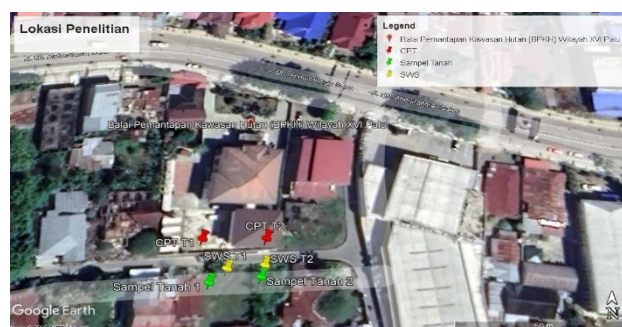
**Gambar 1.** Peta lokasi penelitian

Sumber: <https://maps.google.com>, diakses 30 September 2022



**Gambar 2.** Lokasi pengujian dan pengambilan sampel

Sumber: <https://earth.google.com>, diakses 14 Juli 2022



**Gambar 3.** Detail lokasi penelitian

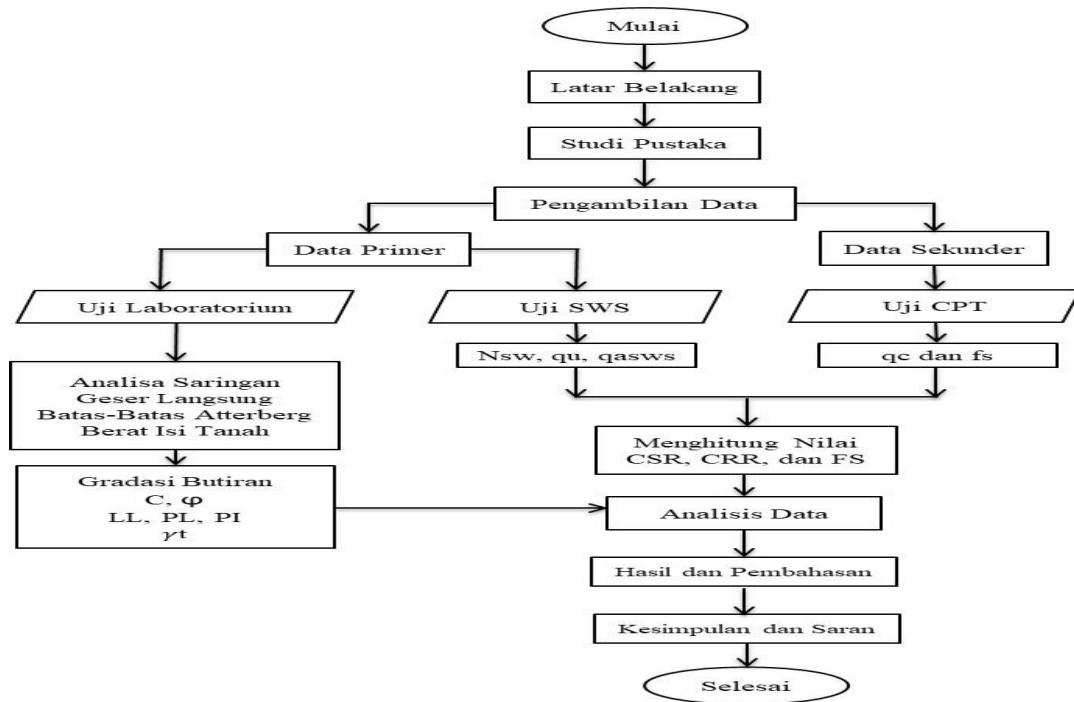
Sumber: <https://earth.google.com>, diakses 14 Juli 2022

### Data

Pengumpulan data terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer yaitu pengujian SWS di lapangan, kemudian pengujian analisa saringan, batas-batas Atterberg, geser langsung dan berat isi tanah di laboratorium. Sedangkan data sekunder terdiri dari CPT yang merupakan data pembangunan Kantor BPKH Wilayah XVI Palu pada tahun 2020 yang diperoleh dari Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Tadulako.

## Metode dan Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

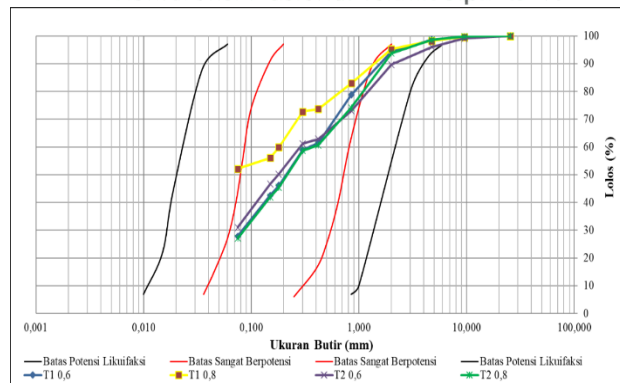
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Saringan

Pengujian analisa saringan dilakukan terlebih dahulu dengan mengambil sampel tanah terganggu (*Disturbed*) pada area Kantor BPKH Wilayah XVI Palu. Contoh sampel yang diambil berada pada kedalaman 0,6 m serta 0,8 m pada masing-masing titik pengujian SWS. Masing-masing contoh sampel kemudian dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam lamanya. Kemudian sampel tanah ditimbang sebanyak kurang lebih 1000 gram untuk setiap sampel, kemudian dilakukan pengujian analisa saringan. Berikut adalah tabel serta grafik dari hasil uji analisa saringan yang dilakukan.

Tabel 1. Hasil Analisa Saringan

Titik	Kedalaman Sampel m	Persentase Lolos Saringan No. 4 %	Persentase Loks Saringan No. 200			Koefisien Keceragaman		Koefisien Gradasi Cc
			Saringan No. 200 %	D10 mm	D30 mm	D60 mm	Cu	
T1	0,6	98,647	27,836	-	0,085	0,350	-	-
	0,8	98,274	52,135	-	-	0,180	-	-
T2	0,6	96,038	31,012	-	-	0,180	-	-
	0,8	98,604	27,079	-	0,087	0,400	-	-



**Gambar 5.** Grafik Potensi terjadinya Likuefaksi

Dari gambar dan tabel hasil perhitungan dapat diketahui bahwa sampel tanah berbutir kasar berjenis pasir karena  $> 50\%$  fraksi lolos saringan no.4 tertahan saringan no. 200. Pada titik T1 kedalaman 0,6 m merupakan tanah jenis pasir SC, kedalaman 0,8 m merupakan tanah jenis pasir SM - SC. Titik T2 merupakan tanah jenis pasir SC.

Pengujian analisa saringan ini digunakan untuk menentukan distribusi tanah terhadap kurva distribusi ukuran butiran tanah yang rentan terhadap likuefaksi oleh Tsuchida (1970) dapat dilihat pada gambar 5. Berdasarkan grafik potensi likuefaksi menurut Tsuchida (1970) dapat disimpulkan bahwa tanah yang berada pada area penelitian berpotensi untuk terjadi likuefaksi, diindikasikan hasil grafik pengujian yang masuk di batas potensi likuefaksi menurut Tsuchida.

### Batas-Batas Atterberg

Pengujian Batas-batas Atterberg menggunakan sampel analisa saringan yang lolos saringan 40. Pengujian ini meliputi pengujian batas cair (*Liquid Limit*, LL), pengujian batas plastis (*Plastic Limit*, PL), dan indeks plastis (*Plasticity Index*, PI). Hasil pengujian batas-batas Atterberg dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Batas-batas Atterberg

Titik	Kedalaman	Plastis Limit (PL)	Liquid Limit (LL)	Plasticity Index (PI)
	Sampel			
	m	%	%	%
T1	0,6	28,45	38,14	9,69
	0,8	22,01	26,20	4,19
T2	0,6	23,09	30,66	7,57
	0,8	25,40	34,17	8,77

Dari tabel 2 terlihat pada titik 1 kedalaman 0,6 m diperoleh nilai  $PI > 7$  berdasarkan tabel klasifikasi tanah USCS termasuk ke dalam jenis tanah lempung berlanau, plastisitas sedang berkohesi, menunjukkan bahwa tanah tersebut masuk ke dalam klasifikasi CL. Titik 1 kedalaman 0,8 m diperoleh nilai  $PI < 7$  sehingga termasuk ke dalam jenis tanah lanau, plastisitas rendah berkohesi sebagian, tanah tersebut masuk ke dalam klasifikasi ML. Titik 2 kedalaman 0,6 m dan 0,8 m nilai diperoleh  $PI > 7$  sehingga termasuk ke dalam jenis tanah lempung berlanau, plastisitas sedang berkohesi, merupakan tanah dengan klasifikasi CL. Nilai LL (*Liquid Limit*) yang menunjukkan  $< 35\%$  maka semua sampel termasuk ke dalam kriteria yang berpotensi terjadi likuefaksi menurut Seed dkk (1971).

### Geser Langsung

Sampel untuk pengujian Geser Langsung menggunakan tanah kondisi tak terganggu yang diambil pada titik pengujian SWS di kedalaman 1 m. Pengambilan sampel untuk pengujian ini menggunakan pipa dengan diameter 4 inci serta panjang 20 cm.



**Tabel 3.** Hasil Pengujian Geser Langsung

Titik	Kedalaman	Beban	Tegangan Geser	Kohesi	Sudut Geser
	Sampel		Maksimum		
	m	Kg	$\tau$ Maks	kg/cm <sup>2</sup>	°
T1	1	3	0,180	0,085	41,153
		6	0,266		
		9	0,366		
T2	1	3	0,186	0,145	18,881
		6	0,210		
		9	0,258		

Dari tabel 3 dapat dilihat pada titik T1 nilai sudut geser 41,153° dan nilai kohesi 0,085 kg/cm<sup>2</sup> berdasarkan tabel 2.2 dan 2.3 merupakan tanah pasir berlempung. Titik T2 nilai sudut geser 18,881° dan nilai kohesi 0,145 kg/cm<sup>2</sup> merupakan tanah lempung.

### Swedish Weight Sounding

Pengujian lapangan terhadap *Swedish Weight Sounding Test* yang dilakukan pada 2 titik pengujian yang merupakan data primer. Tabel berikut merupakan parameter untuk menentukan potensi likuefaksi pada pengujian SWS di Titik T1.

**Tabel 3.** Nilai Nsw, qa dan qu pengujian SWS

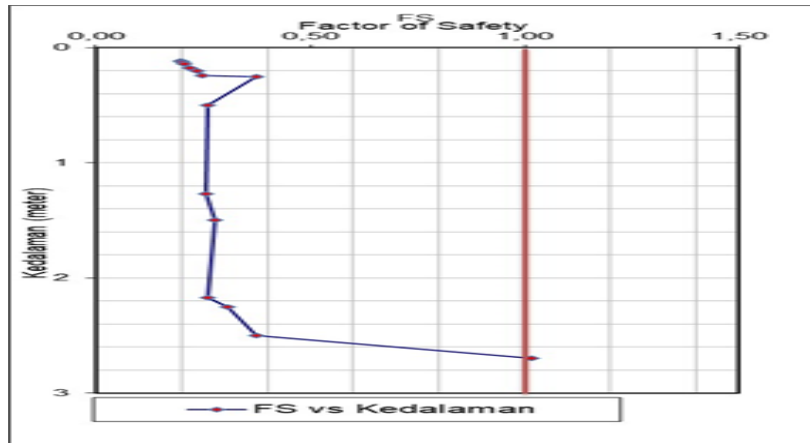
No.	Beban	Kedalaman	Jumlah Setengah	Daya Dukung	Kuat Tekan
	Wsw (kN)	Penetrasi D(m)	putaran per meter Nsw (n/m)	Izin Qa (kN/m <sup>2</sup> )	Bebas Qu (kN/m <sup>2</sup> )
1	0,05	0,12		0,00	0,00
2	0,15	0,13		0,00	0,01
3	0,25	0,14		0,00	0,01
4	0,50	0,18		0,00	0,02
5	0,75	0,20		0,00	0,03
6	1,00	0,24		0,00	0,05
7	1,00	0,25	100,00	110,00	75,05
8	1,00	0,50	12,00	39,60	9,05
9	1,00	1,27	3,90	33,12	2,97
10	1,00	1,50	26,09	50,87	19,61
11	1,00	2,17	5,94	34,75	4,50
12	1,00	2,25	51,95	71,56	39,01
13	1,00	2,50	96,00	106,80	72,05
14	1,00	2,70	250,00	230,00	187,55

**Tabel 4.** Perhitungan potensi likuefaksi SWS titik T1

Kedalaman (m)	Nsw (N/m)	CSR	$\frac{CRR}{m-7}$	CRRmw	FS	Keterangan
0,12	0,00	0,520	0,091	0,102	0,197	Terlikuefaksi
0,13	0,00	0,520	0,093	0,105	0,202	Terlikuefaksi
0,14	0,00	0,519	0,095	0,108	0,207	Terlikuefaksi
0,18	0,00	0,519	0,101	0,114	0,220	Terlikuefaksi
0,20	0,00	0,519	0,108	0,121	0,234	Terlikuefaksi
0,24	0,00	0,519	0,114	0,129	0,248	Terlikuefaksi
0,25	100,00	0,519	0,171	0,193	0,372	Terlikuefaksi
0,50	12,00	0,518	0,119	0,135	0,260	Terlikuefaksi
1,27	3,90	0,514	0,116	0,131	0,254	Terlikuefaksi
1,50	26,09	0,513	0,126	0,142	0,277	Terlikuefaksi
2,17	5,94	0,509	0,117	0,132	0,259	Terlikuefaksi
2,25	51,95	0,508	0,138	0,156	0,306	Terlikuefaksi
2,50	96,00	0,507	0,168	0,189	0,374	Terlikuefaksi
2,70	250,00	0,506	0,454	0,513	1,015	Tidak Terlikuefaksi

Dari hasil pengujian SWS di kedua titik penelitian terdapat lapisan tanah yang memiliki nilai Nsw yang lebih dari 180 n/m, T1 = 250,00 n/m dan T2 = 280,90 n/m. Bila diperhatikan tanah yang memiliki nilai Nsw lebih dari 180 n/m ini semua terletak di bagian dasar yang merupakan lapisan yang tidak dapat lagi ditembus oleh mata bor alat SWS ini. Tanah dengan nilai Nswnya lebih dari 180 N/m masuk dalam kategori tanah dengan potensi likuefaksi yang kecil. Tanah dengan nilai Nsw antara 120 N/m - 180 N/m termasuk dalam kategori tanah dengan potensi likuefaksi sedang dan apabila nilai Nsw kurang dari 120 n/m maka tanah tersebut sangat berpotensi terjadi likuefaksi.

Berdasarkan hasil konversi nilai  $N_{sw}$  ke nilai N-SPT pun diperoleh hasil yang hampir sama yaitu tanah yang memiliki nilai *factor of safety* (FS) kurang dari 1 sangat berpotensi untuk terjadi likuefaksi dibandingkan tanah yang memiliki nilai FS lebih atau sama dengan 1. Validasi karakteristik tanah hasil perhitungan N-SPT dilakukan dengan menggunakan data tanah hasil pengujian SWS. Potensi likuefaksi berdasarkan nilai  $FS < 1$  dapat dilihat pada gambar 7.



**Gambar 7.** Grafik hubungan FS dan kedalaman pada T1 pengujian SWS

### ***Cone Penetration Test***

Pengujian lapangan terhadap Cone Penetration Test dilakukan pada 2 titik pengujian yang merupakan data sekunder. Pada penyajian ini hanya Titik pertama T1 yang disertakan.



**Tabel 5.** Klasifikasi jenis tanah berdasarkan CPT titik T1

Kedalaman m	Fr %	Qtn	Ic	n	Jenis Tanah
0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	-
0,20	1,127	556,586	1,464	0,595	Pasir
0,40	1,504	717,899	1,526	0,812	Pasir
0,60	1,203	1142,327	1,364	0,948	Pasir
0,80	1,625	927,005	1,517	1,203	Pasir
1,00	1,512	321,946	1,698	1,383	Pasir
1,20	3,049	202,418	2,064	1,700	Pasir berlempung
1,40	4,624	148,226	2,289	1,963	Pasir berlempung
1,60	9,566	83,575	2,691	2,293	Lempung
1,80	9,639	78,177	2,710	2,478	Lempung
2,00	9,714	72,439	2,732	2,663	Lempung
2,20	9,790	66,483	2,757	2,850	Lempung
2,40	9,867	60,438	2,785	3,038	Lempung
2,60	9,945	54,428	2,815	3,227	Lempung
2,80	3,109	131,058	2,182	3,163	Pasir berlanau
3,00	1,308	250,229	1,713	3,161	Pasir
3,20	0,828	338,555	1,476	3,248	Pasir
3,40	1,534	176,949	1,863	3,573	Pasir
3,60	1,851	132,683	2,007	3,805	Pasir
3,80	4,838	48,533	2,610	4,212	Pasir berlanau
4,00	4,857	41,656	2,657	4,407	Lanau
4,20	4,876	35,464	2,707	4,604	Pasir berlanau
4,40	4,895	29,952	2,761	4,801	Lanau
4,60	4,914	25,101	2,818	5,000	Lanau
4,80	4,933	20,874	2,878	5,201	Lanau
5,00	4,953	17,230	2,942	5,402	Lanau
5,20	1,551	44,282	2,306	5,337	Pasir berlanau
5,40	1,553	36,482	2,373	5,540	Pasir berlanau
5,60	2,312	39,652	2,452	5,757	Pasir berlanau
5,80	1,842	40,025	2,386	5,920	Pasir berlanau
6,00	0,921	32,449	2,289	6,060	Pasir berlanau
6,20	0,922	26,064	2,371	6,269	Pasir berlanau
6,40	0,923	20,786	2,457	6,478	Pasir berlanau
6,60	1,565	9,529	2,864	6,811	Lanau
6,80	1,567	7,464	2,957	7,024	Lanau
7,00	1,678	10,910	2,829	7,162	Lanau
7,20	2,291	12,115	2,862	7,373	Lanau
7,40	2,155	9,671	2,930	7,596	Lanau
7,60	0,481	8,626	2,690	7,682	Lanau
7,80	0,415	7,715	2,715	7,869	Lanau
8,00	0,831	5,670	2,946	8,144	Lanau
8,20	0,535	6,774	2,804	8,278	Lempung
8,40	0,535	4,992	2,930	8,513	Lempung
8,60	0,651	2,945	3,174	8,794	Lempung
8,80	0,608	2,309	3,265	9,016	Lempung
9,00	0,608	1,666	3,400	9,255	Lempung
9,20	1,143	0,907	3,738	9,577	Lempung
9,40	0,978	0,759	3,788	9,790	Lempung
9,60	1,139	0,607	3,902	10,031	Lempung
9,80	0,933	0,524	3,935	10,241	Lempung
10,00	1,365	0,360	4,142	10,524	Lempung
10,20	1,593	0,239	4,332	10,802	Lempung
10,40	1,821	0,157	4,523	11,083	Lempung

# KoNTekS17

Konferensi Nasional Teknik Sipil ke-17

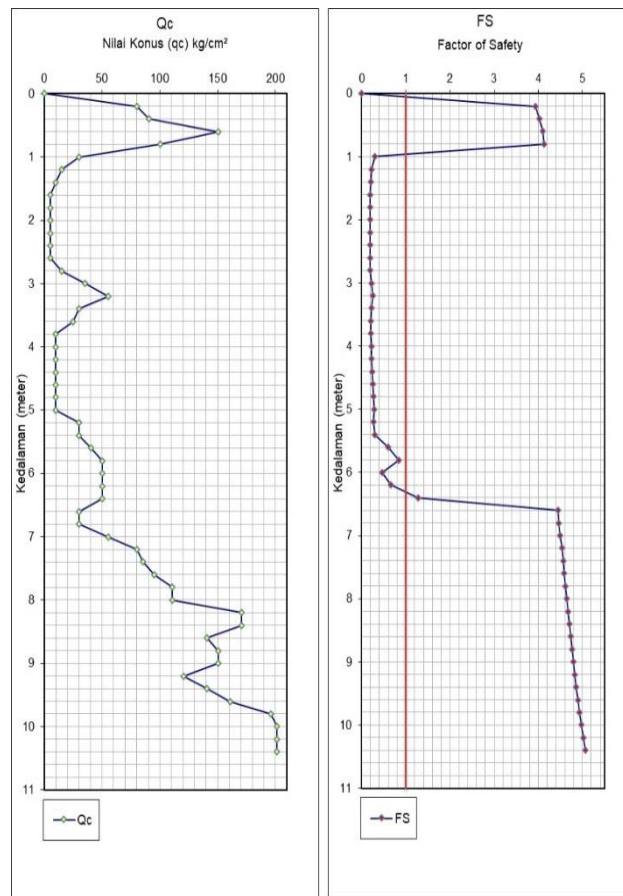
Tabel 6 Hasil perhitungan potensi likuefaksi CPT di titik T1

Kedalaman (m)	Qc Kg/Cm <sup>2</sup>	CSR	CRRmw	FS	Keterangan	Kedalaman (m)	Qc Kg/Cm <sup>2</sup>	CSR	CRRmw	FS	Keterangan
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
0,20	80,40	0,53	2,07	3,94	Tidak Terlikuefaksi	0,20	80,40	0,53	2,07	3,94	Tidak Terlikuefaksi
0,40	90,45	0,51	2,07	4,02	Tidak Terlikuefaksi	0,40	90,45	0,51	2,07	4,02	Tidak Terlikuefaksi
0,60	150,75	0,51	2,07	4,09	Tidak Terlikuefaksi	0,60	150,75	0,51	2,07	4,09	Tidak Terlikuefaksi
0,80	100,50	0,50	2,07	4,13	Tidak Terlikuefaksi	0,80	100,50	0,50	2,07	4,13	Tidak Terlikuefaksi
1,00	30,15	0,47	0,14	0,30	Terlikuefaksi	1,00	30,15	0,47	0,14	0,30	Terlikuefaksi
1,20	15,08	0,48	0,10	0,22	Terlikuefaksi	1,20	15,08	0,48	0,10	0,22	Terlikuefaksi
1,40	10,05	0,49	0,10	0,20	Terlikuefaksi	1,40	10,05	0,49	0,10	0,20	Terlikuefaksi
1,60	5,03	0,49	0,10	0,20	Terlikuefaksi	1,60	5,03	0,49	0,10	0,20	Terlikuefaksi
1,80	5,03	0,50	0,10	0,19	Terlikuefaksi	1,80	5,03	0,50	0,10	0,19	Terlikuefaksi
2,00	5,03	0,50	0,10	0,19	Terlikuefaksi	2,00	5,03	0,50	0,10	0,19	Terlikuefaksi
2,20	5,03	0,50	0,10	0,19	Terlikuefaksi	2,20	5,03	0,50	0,10	0,19	Terlikuefaksi
2,40	5,03	0,50	0,10	0,19	Terlikuefaksi	2,40	5,03	0,50	0,10	0,19	Terlikuefaksi
2,60	5,03	0,50	0,10	0,19	Terlikuefaksi	2,60	5,03	0,50	0,10	0,19	Terlikuefaksi
2,80	15,08	0,50	0,10	0,19	Terlikuefaksi	2,80	15,08	0,50	0,10	0,19	Terlikuefaksi
3,00	35,18	0,50	0,11	0,23	Terlikuefaksi	3,00	35,18	0,50	0,11	0,23	Terlikuefaksi
3,20	55,28	0,50	0,13	0,26	Terlikuefaksi	3,20	55,28	0,50	0,13	0,26	Terlikuefaksi
3,40	30,15	0,50	0,11	0,21	Terlikuefaksi	3,40	30,15	0,50	0,11	0,21	Terlikuefaksi
3,60	25,13	0,49	0,10	0,21	Terlikuefaksi	3,60	25,13	0,49	0,10	0,21	Terlikuefaksi
3,80	10,05	0,49	0,10	0,21	Terlikuefaksi	3,80	10,05	0,49	0,10	0,21	Terlikuefaksi
4,00	10,05	0,49	0,11	0,21	Terlikuefaksi	4,00	10,05	0,49	0,11	0,21	Terlikuefaksi
4,20	10,05	0,49	0,11	0,22	Terlikuefaksi	4,20	10,05	0,49	0,11	0,22	Terlikuefaksi
4,40	10,05	0,49	0,11	0,23	Terlikuefaksi	4,40	10,05	0,49	0,11	0,23	Terlikuefaksi
4,60	10,05	0,49	0,12	0,24	Terlikuefaksi	4,60	10,05	0,49	0,12	0,24	Terlikuefaksi
4,80	10,05	0,49	0,13	0,26	Terlikuefaksi	4,80	10,05	0,49	0,13	0,26	Terlikuefaksi
5,00	10,05	0,48	0,13	0,28	Terlikuefaksi	5,00	10,05	0,48	0,13	0,28	Terlikuefaksi
5,20	30,15	0,48	0,13	0,27	Terlikuefaksi	5,20	30,15	0,48	0,13	0,27	Terlikuefaksi
5,40	30,15	0,48	0,14	0,29	Terlikuefaksi	5,40	30,15	0,48	0,14	0,29	Terlikuefaksi
5,60	40,20	0,48	0,28	0,59	Terlikuefaksi	5,60	40,20	0,48	0,28	0,59	Terlikuefaksi
5,80	50,25	0,47	0,39	0,83	Terlikuefaksi	5,80	50,25	0,47	0,39	0,83	Terlikuefaksi
6,00	50,25	0,47	0,22	0,46	Terlikuefaksi	6,00	50,25	0,47	0,22	0,46	Terlikuefaksi
6,20	50,25	0,47	0,31	0,66	Terlikuefaksi	6,20	50,25	0,47	0,31	0,66	Terlikuefaksi
6,40	50,25	0,47	0,60	1,28	Tidak Terlikuefaksi	6,40	50,25	0,47	0,60	1,28	Tidak Terlikuefaksi
6,60	30,15	0,47	2,07	4,44	Tidak Terlikuefaksi	6,60	30,15	0,47	2,07	4,44	Tidak Terlikuefaksi
6,80	30,15	0,46	2,07	4,46	Tidak Terlikuefaksi	6,80	30,15	0,46	2,07	4,46	Tidak Terlikuefaksi
7,00	55,28	0,46	2,07	4,49	Tidak Terlikuefaksi	7,00	55,28	0,46	2,07	4,49	Tidak Terlikuefaksi
7,20	80,40	0,46	2,07	4,53	Tidak Terlikuefaksi	7,20	80,40	0,46	2,07	4,53	Tidak Terlikuefaksi
7,40	85,43	0,45	2,07	4,57	Tidak Terlikuefaksi	7,40	85,43	0,45	2,07	4,57	Tidak Terlikuefaksi
7,60	95,48	0,45	2,07	4,59	Tidak Terlikuefaksi	7,60	95,48	0,45	2,07	4,59	Tidak Terlikuefaksi
7,80	110,55	0,45	2,07	4,61	Tidak Terlikuefaksi	7,80	110,55	0,45	2,07	4,61	Tidak Terlikuefaksi
8,00	110,55	0,45	2,07	4,64	Tidak Terlikuefaksi	8,00	110,55	0,45	2,07	4,64	Tidak Terlikuefaksi
8,20	170,85	0,44	2,07	4,67	Tidak Terlikuefaksi	8,20	170,85	0,44	2,07	4,67	Tidak Terlikuefaksi
8,40	170,85	0,44	2,07	4,70	Tidak Terlikuefaksi	8,40	170,85	0,44	2,07	4,70	Tidak Terlikuefaksi
8,60	140,70	0,44	2,07	4,73	Tidak Terlikuefaksi	8,60	140,70	0,44	2,07	4,73	Tidak Terlikuefaksi
8,80	150,75	0,43	2,07	4,76	Tidak Terlikuefaksi	8,80	150,75	0,43	2,07	4,76	Tidak Terlikuefaksi
9,00	150,75	0,43	2,07	4,79	Tidak Terlikuefaksi	9,00	150,75	0,43	2,07	4,79	Tidak Terlikuefaksi
9,20	120,60	0,43	2,07	4,83	Tidak Terlikuefaksi	9,20	120,60	0,43	2,07	4,83	Tidak Terlikuefaksi
9,40	140,70	0,43	2,07	4,86	Tidak Terlikuefaksi	9,40	140,70	0,43	2,07	4,86	Tidak Terlikuefaksi
9,60	160,80	0,42	2,07	4,90	Tidak Terlikuefaksi	9,60	160,80	0,42	2,07	4,90	Tidak Terlikuefaksi
9,80	195,98	0,42	2,07	4,94	Tidak Terlikuefaksi	9,80	195,98	0,42	2,07	4,94	Tidak Terlikuefaksi
10,00	201,00	0,42	2,07	4,98	Tidak Terlikuefaksi	10,00	201,00	0,42	2,07	4,98	Tidak Terlikuefaksi
10,20	201,00	0,41	2,07	5,02	Tidak Terlikuefaksi	10,20	201,00	0,41	2,07	5,02	Tidak Terlikuefaksi
10,40	201,00	0,41	2,07	5,06	Tidak Terlikuefaksi	10,40	201,00	0,41	2,07	5,06	Tidak Terlikuefaksi

Dari hasil pengujian CPT didapatkan bahwa dalam satu kedalaman tanah semisal di titik T1 yang memiliki kedalaman 10,40 m didapatkan hasil yang bervariasi ada yang berpotensi dan adapula yang tidak berpotensi untuk terjadi likuefaksi, dalam hal ini apabila tanah yang tidak berpotensi likuefaksi berada di atas lapisan tanah yang berpotensi likuefaksi, maka dapat dikatakan bahwa lapisan tanah tersebut juga dapat berpotensi



untuk terjadi likuefaksi. Dan apabila kita cermati bahwa nilai konus ( $q_c$ ) memiliki hubungan yang lurus dengan nilai FS yang telah didapat, yang mana nilai FS  $> 1$  memiliki nilai  $q_c$  rata-rata  $> 50 \text{ Kg/cm}^2$  pada titik T1.



**Gambar 8.** Grafik Grafik perbandingan nilai  $q_c$  dan FS CPT di titik T1

## KESIMPULAN

Hasil pengujian lapangan dan laboratorium yang dilakukan terhadap beberapa sampel tanah, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Karakteristik Tanah pada Kantor BPKH Wilayah XVI Palu
  - a. Hasil pengujian analisa saringan diperoleh bahwa sampel tanah pada titik T1 kedalaman 0,6 m merupakan tanah dengan klasifikasi *Sand Clay* (SC), kedalaman 0,8 m merupakan tanah dengan klasifikasi *Silty Sand – Sand Clay* (SM – SC). Titik T2 pada masing-masing kedalaman merupakan tanah dengan klasifikasi *Sand Clay* (SC).
  - b. Hasil pengujian batas-batas Atterberg dengan melihat nilai PI pada diagram plastisitas menunjukkan bahwa tanah pada titik T1 kedalaman 0,6 m masuk ke dalam klasifikasi CL (*Clay Low*), kedalaman 0,8 m masuk ke dalam klasifikasi ML (*Mud Low*). Titik T2 pada masing-masing kedalaman merupakan klasifikasi CL (*Clay Low*).
  - c. Hasil pengujian geser langsung dapat diketahui bahwa tanah merupakan jenis tanah pasir berlempung.
  - d. Hasil pengujian SWS di lapangan terdengar seperti pasir pada kedalaman 0,12 m – 0,24 m, terdengar seperti lempung berpasir pada kedalaman 0,25 m – 2,50 m, kedalaman 2,70 m terdengar seperti batu keras dan muka air tanah 2,6 m pada titik T1. Terdengar seperti lempung pada kedalaman 0,07 m – 2,25 m, terdengar seperti pasir pada kedalaman 2,38 m – 3,75 m, terdengar seperti kerikil pada kedalaman 4,14 m – 4,75 m, terdengar seperti lempung pada kedalaman 5,00

- m – 6,50 m dan terdengar seperti batu keras pada kedalaman 6,68 m dan muka air tanah 6 m pada titik T2.
- e. Hasil perhitungan dan plot hubungan nilai  $Q_{tn}$  dan  $F_r$  pada grafik jenis tanah hasil uji CPT diperoleh titik T1 kedalaman 0,20 m – 1,00 m merupakan jenis tanah pasir, kedalaman 1,20 m – 2,60 m didominasi oleh tanah lempung dengan sedikit campuran pasir, kedalaman 2,80 m – 8,00 m didominasi oleh pasir berlamau hingga lanau, dan kedalaman 8,20 m – 10,40 merupakan jenis tanah lempung. Titik T2 kedalaman 0,20 m – 0,40 m merupakan jenis tanah pasir, kedalaman 0,60 m – 2,20 m didominasi oleh tanah pasir berlempung hingga lempung, kedalaman 2,40 m – 2,80 m merupakan jenis tanah pasir, kedalaman 3,00 m – 5,40 didominasi oleh tanah kasar dari pasir hingga pasir berkerikil.
2. Potensi Likuefaksi pada Kantor BPKH Wilayah XVI Palu
- a. Hasil pengujian SWS yang mana nilai  $N_{sw}$  dikonversi ke nilai N-SPT dan mengikuti syarat likuefaksi  $FS < 1$ , diperoleh hasil pada titik T1 dimulai dari kedalaman 0,12 m hingga kedalaman 2,50 m dapat berpotensi untuk terjadi likuefaksi. Titik T2 kedalaman yang berpotensi untuk terjadi likuefaksi dimulai dari kedalaman 0,07 hingga kedalaman 6,50 m.
  - b. Hasil perhitungan CPT yang mana nilai  $q_c$  digunakan untuk menghitung nilai FS dan mengikuti syarat likuefaksi  $FS < 1$ , diperoleh pada titik T1 kedalaman 0,20 m – 0,80 m tidak berpotensi likuefaksi, kedalaman 1,0 m – 6,20 m berpotensi likuefaksi, dan pada kedalaman 6,40 m – 10,40 m tidak berpotensi likuefaksi. Titik T2 pada kedalaman 0,20 m tidak berpotensi likuefaksi, kedalaman 0,40 m – 4,60 m berpotensi likuefaksi, dan pada kedalaman 4,80 m – 5,40 m tidak berpotensi likuefaksi.

## SARAN

Agar penelitian dibidang ini lebih berkembang kedepannya diperlukan pengujian yang lebih banyak dan mendalam untuk konversi nilai SWS ke N-SPT.

## DAFTAR PUSTAKA

- Auliyah R., (2021). Karakteristik Daya Dukung Tanah Yang Tidak Terdampak Likuefaksi Berdasarkan Uji Swedish Weight Sounding Di BTN Griya Rizki Pratama Karta Desa Lolu. *Tugas Akhir*, Universitas Tadulako. Palu.
- Bowles, J. (1984). *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*.
- [Bowles, J., dan Hainim J.K.](#) (1984). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah: Mekanika Tanah, Edisi Ke-2*, Erlangga. Jakarta.
- Das, BM. (2011). *Principles of Foundation Engineering Seventh Edition*. Thomson. United States
- Day, Robert W. (2001). *Geotechnical Earthquake Engineering Handbook*. McGraw- Hill Company. New York, NY
- Fujii, M., Ijuin, H., Kawamura, M., Eda, T., Mizutani, Y., Wakame, Y., dan Tamura, Masahito. (2001). *Ground Evaluation By Swedish Weight Sounding For Detached House Construction*. International Institute of Seismology and Earthquake, Japan
- Habibi, M., (2006). *Manufacturing, Using, and Developing Swedish Weight Sounding Test for Geotechnical Investigations*, M.S. Dissertation, School of Civil Engineering, Tehran University, Tehran
- Hardiyatmo, H. C. (1992). *Mekanika Tanah I*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (2011a). *Analisis dan Perancangan Pondasi I, Edisi ke-2*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (2011b). *Analisis dan Perancangan Pondasi II, Edisi ke-2*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- <https://www.gurukerumah-ab.com/2018/10/13/likuefaksi-tanah-proses-dan-akibatnya/>, diakses 7 September 2022
- [https://www.researchgate.net/figure/Swedish-Weight-Sounding-Test-Equipment-Japanese-standardised-configuration-after-JIS\\_fig1\\_324018173](https://www.researchgate.net/figure/Swedish-Weight-Sounding-Test-Equipment-Japanese-standardised-configuration-after-JIS_fig1_324018173), diakses 7 September 2022



- Idriss I.M., dan Boulanger R.W. (2008) . *Soil Liquefaction During Earthquake. Earthquake Engineering Research Institute (EERI) Publication No. MNO-12* California.
- John Tri Hatmoko. (2016). *Dinamika Tanah dan Liquefaction*, Cahaya Atma Pustaka, Yogyakarta.
- Kurnia, U., Agus, F., Adimihardja, A., dan Dariah, A. (2006). *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Liao, S. C. C. and Whitman, R. V. (1986). *Catalogue of Liquefaction and Non- Liquefaction Occurrences During Earthquake*. Cambridge.
- Marcuson, W.F. III (1978). *Definition of Term Related to Liquefaction. Jurnal of Geotechnical Engineering (104)*, pp 1197-200.
- Mayne, P.W. (2014). *Interpretation of Geotechnical Parameters from Seismic Piezocone Tests*. Georgia Institute of Technology. Atlanta.
- Ndabuke F., (2021). Analisis Potensi Likuefaksi Berdasarkan Data *Swedish Weight Sounding Test (Sws)* Dan *Standard Penetration Test (Spt)* Di Area Jalan Kelor Kelurahan Balaroa Kota Palu. *Tugas Akhir*, Universitas Tadulako. Palu.
- Robertson, P. K. (1998). C E Wride. "Evaluating Cyclic Liquefaction Potential Using The Cone Penetration on Test". Canadian Geotechnical Journal.
- Seed, H.B. and Idriss, I.M. (1971) *Simplified Procedure for Evaluating Soil Liquefaction Potential. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE*.
- Satya P.B, (2022). Analisis Potensi Likuefaksi Pada Fasilitas Umum Di Daerah Petobo Berdasarkan Hasil Uji CPT Dan SWS (Studi Kasus: SDN Inpres Petobo). *Tugas Akhir*, Universitas Tadulako. Palu.
- Seed, H.B. and Idriss, I.M. (1971) *Simplified Procedure for Evaluating Soil Liquefaction Potential. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE*.
- Seed, H. B., Makdisi, F., Idriss, I. M., and Lee, K. L. (1975). *The slides in the San Fernando Dams during the earthquake of February, 9, 1971. J. Geotech. Eng. Div.*
- Terzaghi, K. d. (1967). *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa Edisi ke-2. Terjemahan oleh Witjaksono, Bagus dan krisna, Benny. 1993*. Erlangga. Jakarta.
- Towhata, I. (2008). *Geotechnical Earthquake Engineering*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Tsuchida, H., (1970), Prediction and Countermeasure against Liquefaction in Sand Deposits, Proceeding of Abstract of the Seminar of the Port and Harbour Research Institute, Ministry of Transport, Yokosuka, Japan.
- Widowati AP., (2021). Analisis Potensi Likuefaksi Berdasarkan Data *Cone Penetration Test (CPT)* Dan *Standard Penetration Test (SPT)* Di Sekitar Kelurahan Balaroa. *Tugas Akhir*, Universitas Tadulako. Palu.
- Youd T.L. dan Idriss I.M. (2001). Liquefaction Resistance of Soils : Summary Report From The 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, April 2001,297-313.
- Yusuf M., (2021). Analisis Potensi Likuefaksi Di RS Ibu & Anak Nasanapura Kelurahan Petobo Kota Palu. *Tugas Akhir*, Universitas Tadulako. Palu.