

# ANALISIS GEOTEKNIK LOKASI BEKAS TAMBANG NMR RATATOTOK TERHADAP POTENSI LIKUIFAKSI

Ellisa Tuerah

Oktoavian B. A. Sompie, Steeva G. Rondonuwu

Program Studi Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi

email: ellituerah@gmail.com

## ABSTRAK

Indonesia merupakan negara rawan gempa, karena secara geografis Indonesia sendiri terletak pada pertemuan empat lempeng tektonik. Gempa bumi dapat mengakibatkan Kerusakan tanah secara fisik yaitu terjadinya penurunan tanah (*settlement*), tanah longsor pada keseimbangan lereng (*landslides and slope stability problems*), batu longsor (*rockslides*), batu jatuh (*rockfalls*), dan yang terakhir Likuifaksi (*liquefactions*). Likuifaksi biasanya terjadi pada tanah pasir yang bersifat lepas (*loose*). Analisis ini bertujuan untuk mengetahui potensi terjadinya Likuifaksi pada daerah yang dulunya menjadi daerah pertambangan dan sekarang sudah menjadi daerah permukiman warga, yang ada di Kabupaten Minahasa Tenggara, di Provinsi Sulawesi Utara. Analisis potensi Likuifaksi dilakukan dengan menggunakan metode yang diusulkan oleh Seed dan Idriss (1981), yaitu pertama mengumpulkan data pengujian tanah SPT di lokasi tersebut, serta melihat data percepatan gempa di lokasi tersebut. berdasarkan data tersebut kemudian dihitung nilai *Cyclic Stress Ratio (CSR)* yang merupakan nilai perbandingan antara tegangan geser rata-rata yang diakibatkan oleh gempa dengan tegangan vertikal efektif di setiap lapisan serta nilai *Cyclic Resistance Ratio (CRR)* yaitu besarnya ketahanan tanah terhadap likuifaksi. Dari nilai-nilai tersebut ditarik satu angka keamanan yang menentukan apakah lapisan tanah yang ditinjau itu berpotensi terjadi likuifaksi atau tidak.

**Kata Kunci:** Gempa bumi, Likuifaksi, *Cyclic Stress Ratio (CSR)*, *Cyclic Resistance Ratio (CRR)*

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara rawan gempa, karena secara geografis Indonesia sendiri terletak pada pertemuan empat lempeng tektonik. Gempa bumi dapat mengakibatkan kegagalan struktur dan hilangnya kestabilan tanah. Kerusakan–kerusakan yang timbul akibat gempa bumi diantaranya kerusakan pada bangunan–bangunan di atas tanah dan kerusakan lingkungan fisik pada permukaan dalam tanah itu sendiri. Kerusakan tanah secara fisik tersebut misalnya adalah terjadinya penurunan tanah (*settlement*), tanah longsor pada keseimbangan lereng (*landslides and slope stability problems*), batu longsor (*rockslides*), batu jatuh (*rockfalls*), dan yang terakhir Likuifaksi (*liquefactions*).

Selain itu juga Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk terbanyak keempat di dunia berada dibelakang China, India, dan Amerika. Sebagai salah satu negara berkembang yang memiliki pertumbuhan penduduk yang cukup pesat mengakibatkan jumlah pemukiman di hampir seluruh indonesia semakin banyak

Menyangkut hal ini, sangat penting bagi kita untuk menganalisis potensi likuifaksi pada tanah yang dulunya pernah menjadi daerah pertambangan dan sekarang sudah menjadi pemukiman warga. Hal ini yang melatarbelakangi penulis untuk menganalisis potensi likuifaksi pada tanah di daerah tersebut.

### Rumusan Masalah

Karena likuifaksi biasanya terjadi pada tanah pasir yang jenuh air serta dapat mengakibatkan keruntuhan daya dukung, pergerakan tanah lateral serta penurunan, maka sangat perlu dilakukan analisis potensi likuifaksi pada daerah yang sebelumnya pernah menjadi daerah pertambangan dan sekarang sudah menjadi pemukiman warga.

### Batasan Masalah

1. Lokasi penelitian dilakukan di perumahan lokasi bekas tambang NMR Ratatotok (MITRA)
2. Metode yang dipakai untuk menganalisa potensi likuifaksi menggunakan *Standard Penetration Test (SPT)*.

3. Menganalisis perhitungan Cyclic Stress Ratio (CSR) dan Cyclic Resistance Ratio (CRR) dengan menggunakan data Standard Penetration Test (SPT) serta data gempa yang pernah terjadi
4. Menghitung faktor keamanan akibat peristiwa likuifaksi pada tanah yang ditinjau.

#### **Tujuan Penelitian**

1. Mencari parameter-parameter yang mempengaruhi potensi likuifaksi tanah di lokasi penelitian.
2. Menganalisis perhitungan *Cyclic Stress Ratio* (CSR) dan *Cyclic Resistance Ratio* (CRR) dengan menggunakan data *Standard Penetration Test* (SPT) serta data gempa yang pernah terjadi.
3. Menghitung faktor keamanan akibat peristiwa likuifaksi pada tanah yang ditinjau berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT).

#### **Manfaat Penelitian**

1. Penelitian ini untuk menambah wawasan serta pengetahuan kita jika akan atau mau melakukan penelitian yang sama, juga bisa menjadi referensi dalam keilmuan Teknik Sipil dalam hal ini tentang potensi likuifaksi.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi serta menjadi bahan rekomendasi atau pertimbangan bagi pemerintah dan instansi terkait.
3. Sebagai sumber informasi potensi bahaya likuifaksi yang berada di daerah sekitar yang mendatangkan bahaya.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Gempa Bumi**

Gempa bumi merupakan getaran atau serentetan getaran dari kulit bumi yang bersifat tidak abadi dan kemudian menyebar ke segala arah. Gempa bumi menyebabkan getaran kemudian getaran tersebut merambat kesegala arah dan menyebabkan gelombang.

Sulawesi Utara merupakan salah satu daerah di Indonesia yang rawan terjadi bencana gempa bumi dan tsunami. Ada beberapa kasus likuifaksi yang terjadi di beberapa daerah di Sulawesi utara. Oleh sebab itu sangat penting untuk menganalisis potensi likuifaksi di daerah bekas pertambangan yang sekarang telah menjadi tempat pemukiman agar tetap aman terhadap bahaya likuifaksi apabila terjadi gempa bumi yang besar.

### **Tanah**

Tanah, di alam terdiri dari campuran butiran-butiran mineral dengan atau tanpa kandungan bahan organik. Butiran-butiran dengan mudah dipisah-pisahkan satu sama lain dengan kocokan air. Tanah berasal dari pelapukan batuan, yang prosesnya dapat secara fisik maupun kimia. Sifat-sifat teknis tanah, kecuali dipengaruhi oleh sifat batuan induk yang merupakan material asalnya, juga dipengaruhi oleh unsur-unsur luar yang menjadi penyebab terjadinya pelapukan batuan tersebut.

### **Likuifaksi**

Likuifaksi merupakan fenomena hilangnya kekuatan lapisan tanah akibat getaran gempa. Lapisan pasir berubah menjadi seperti cairan sehingga tidak mampu menopang beban bangunan di dalam atau di atasnya, yang disebabkan oleh beban siklik pada waktu terjadi gempa sehingga tekanan air pori meningkat mendekati atau melampaui tegangan vertikal. Karena tekanan airnya meningkat, jarak antar partikel pasir menjadi semakin renggang, sehingga kekuatan totalnya berkurang drastis. Kerugian terbanyak terjadi akibat dari besarnya getaran yang menyebabkan runtuhnya bangunan dengan struktur yang lemah.

### **Metode-Metode untuk Mengevaluasi Potensi Likuifaksi.**

Pada dasarnya, analisis potensi likuifaksi adalah mencari 2 parameter utama, yaitu: *Cyclic Stress Ratio* (CSR) yang merupakan tegangan siklik yang terjadi akibat gempa dibagi dengan tegangan efektif dan *Cyclic Resistance Ratio* (CRR) yang merupakan ketahanan tanah untuk menahan likuifaksi.

### **Faktor Keamanan**

Dalam analisis faktor keamanan, dibutuhkan nilai-nilai yang harus dievaluasi terlebih dahulu. Faktor keamanan merupakan perbandingan dari nilai *Cyclic Stress Ratio* (CSR) dan *Cyclic Resistance Ratio* (CRR)

## **METODOLOGI PENELITIAN**

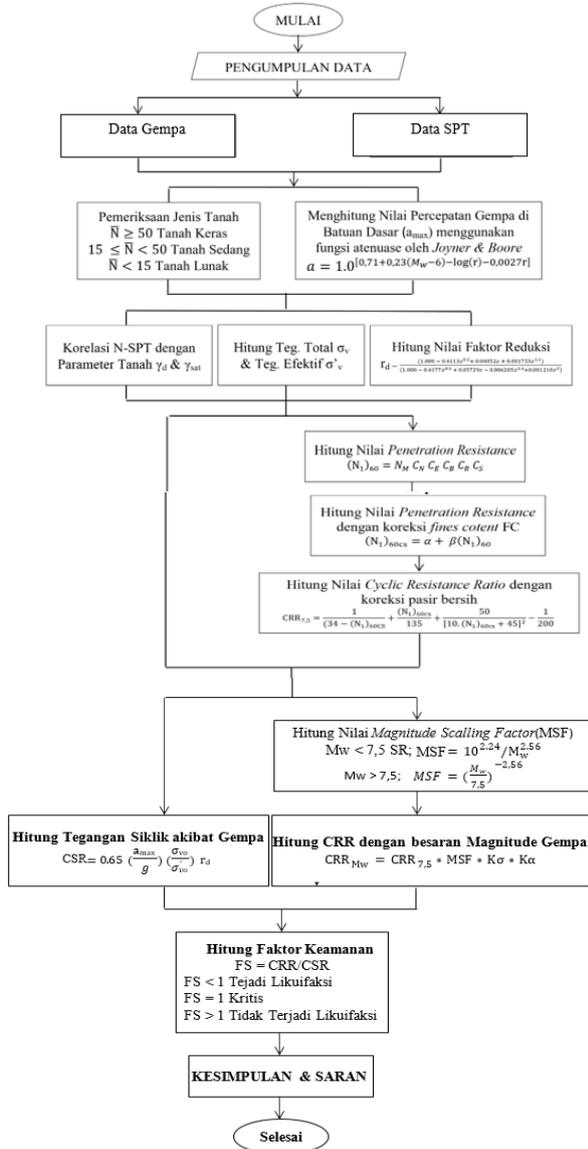
### **Tinjauan Umum**

Analisa potensi Likuifaksi dapat dilakukan dengan penelitian di laboratorium dan bisa juga menggunakan perhitungan empiris berdasarkan data yang di dapat di lapangan seperti data SPT dan data CPT.

Penelitian ini menggunakan data yang di dapat di lapangan yaitu data SPT. Lokasi penelitian sendiri terletak di kecamatan Ratatotok Kabupaten Minahasa Tenggara (MITRA).

**Diagram Alir Penelitian**

Urutan penelitian secara terstruktur diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pembahasan**

Pengolahan data sehingga mendapatkan nilai *cyclic stress ratio* (CSR) dan *cyclic resistance ratio* (CRR). Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya dimana kondisi Likuifaksi dapat

terjadi apabila nilai *cyclic stress ratio* (CSR) lebih besar dibanding *cyclic resistance ratio* (CRR).

Adapun dalam menganalisa potensi terjadinya Likuifaksi langkah pertamanya yaitu menentukan suatu lapisan tanah termasuk dalam jenis tanah yang berpotensi terjadinya Likuifaksi atau tidak, tanah yang rentan terjadi Likuifaksi ialah tanah yang memiliki nilai kohesif yang sangat rendah.

Data tanah yang digunakan ialah data tanah melalui hasil pengujian *standard penetration test* (SPT). Maka yang dilihat yaitu nilai SPT rata-rata.

Tabel 1. Pemeriksaan Jenis Tanah

PROFIL TANAH	DESKRIPSI TANAH	KEDALAMAN (m)	N - SPT	JENIS TANAH
	Pasir lepas sedikit lanau, warna abu - abu kehitaman	2	2	N̄ = 38 Tanah Sedang
		4	3	
	Lanau keras berpasir sedikit cadas, warna coklat muda	6	20	
		8	38	
	Lanau berpasir, keras, warna coklat kemerahan	10	36	
		12	35	
		14	42	
		16	39	
	Lanau keras sedikit berlempung, warna coklat kehitaman	18	46	
		20	48	
		22	51	
	Lanau berpasir sedikit berlempung, warna coklat sedikit merah bata	24	45	
		26	52	
	Lanau keras sedikit berlempung, warna coklat sedikit merah bata	28	54	
		30	60	

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 2. Menghitung nilai CSR

KEDALAMAN (m)	a/g'	amax	g (m/s <sup>2</sup> )	r <sub>d</sub>	CSR
2	-0,376	0,2	9,81	0,984	0,457
4	0,500	0,2	9,81	0,969	0,649
6	1,405	0,2	9,81	0,954	0,573
8	2,243	0,2	9,81	0,938	0,619
10	2,857	0,2	9,81	0,907	0,660
12	3,494	0,2	9,81	0,853	0,643
14	4,201	0,2	9,81	0,800	0,631
16	4,608	0,2	9,81	0,746	0,626
18	5,154	0,2	9,81	0,693	0,623
20	5,590	0,2	9,81	0,640	0,608
22	5,901	0,2	9,81	0,586	0,601
24	5,995	0,2	9,81	0,582	0,632
26	6,974	0,2	9,81	0,566	0,591
28	7,033	0,2	9,81	0,550	0,631
30	7,490	0,2	9,81	0,534	0,640

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 3. Menghitung Nilai CRR 7,5 dengan FC 5%

KEDALAMAN (m)	N <sub>1(60)</sub>	FC	A	β	N <sub>1(60)CS</sub>	CRR <sub>7,5</sub>
2	2,400	5	0	1	2,400	0,054
4	3,269	5	0	1	3,269	0,060
6	22,491	5	0	1	22,491	0,249
8	41,570	5	0	1	41,570	0,171
10	38,219	5	0	1	38,219	0,040
12	36,741	5	0	1	36,741	-0,090
14	43,446	5	0	1	43,446	0,211
16	39,482	5	0	1	39,482	0,105
18	45,434	5	0	1	45,434	0,244
20	46,471	5	0	1	46,471	0,259
22	47,902	5	0	1	47,902	0,278
24	41,310	5	0	1	41,310	0,164
26	48,487	5	0	1	48,487	0,285
28	48,470	5	0	1	48,470	0,285
30	52,836	5	0	1	52,836	0,333

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 4. Menghitung CRR dengan koreksi MSF

KEDALAMAN (m)	MSF			
	6 SR	7 SR	8 SR	9 SR
2	1,769	1,192	0,847	0,627
4	1,769	1,192	0,847	0,627
6	1,769	1,192	0,847	0,627
8	1,769	1,192	0,847	0,627
10	1,769	1,192	0,847	0,627
12	1,769	1,192	0,847	0,627
14	1,769	1,192	0,847	0,627
16	1,769	1,192	0,847	0,627
18	1,769	1,192	0,847	0,627
20	1,769	1,192	0,847	0,627
22	1,769	1,192	0,847	0,627
24	1,769	1,192	0,847	0,627
26	1,769	1,192	0,847	0,627
28	1,769	1,192	0,847	0,627
30	1,769	1,192	0,847	0,627

Sumber: Hasil Analisis

## PENUTUP

### Kesimpulan

Untuk mengevaluasi suatu lapisan tanah apakah berpotensi terjadi Likuifaksi atau tidak, telah dilakukan analisis berdasarkan data tanah hasil pengujian *Standard Penetration Test* (SPT).

Tabel 5. Menghitung angka Faktor Keamanan

KEDALAMAN (m)	CSR	CRR <sub>Mtw</sub>	FS
2	0,457	0,095	0,370
4	0,649	0,106	0,289
6	0,573	0,440	1,360
8	0,619	0,302	0,864
10	0,660	0,070	0,189
12	0,643	-0,159	0,438
14	0,631	0,373	1,046
16	0,626	0,186	0,524
18	0,623	0,432	1,226
20	0,608	0,458	1,333
22	0,601	0,492	1,446
24	0,632	0,290	0,812
26	0,591	0,504	1,507
28	0,631	0,504	1,414
30	0,640	0,589	1,629

Sumber: Hasil Analisis

Dari hasil analisis data yang dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemeriksaan jenis tanah yang dilakukan dilokasi penelitian menunjukkan jenis tanah tersebut tergolong dengan jenis tanah sedang, dengan nilai N = 38.
2. Nilai Tegangan Total dan Nilai Tegangan Efektif masing-masing memiliki nilai yang berbeda karena di analisis berdasarkan data N-SPT pada masing-masing titik.
3. Nilai percepatan gempa  $a_{max}$  menggunakan rumus fungsi Atenuase (Joyner & Boore) untuk daerah lokasi penelitian adalah 0,2 g yang melebihi dari nilai 0,1 g, sehingga perlu analisis potensi likuifaksi.
4. Nilai CSR dan CRR memiliki nilai <1.
5. Analisis perhitungan potensi likuifaksi yang didapat untuk setiap variasi nilai magnitudo gempa menunjukkan nilai faktor keamanan yang berbeda-beda pada setiap kedalaman. Ada yang bernilai <1 (terjadi Likuifaksi) dan juga nilai yang >1 (tidak terjadi Likuifaksi).

### Saran

1. Hasil analisis perhitungan potensi likuifaksi yang diperoleh sebaiknya dibandingkan dengan metode perhitungan lainnya, seperti perhitungan dengan data pengujian *Cone Penetration Test* (CPT) atau juga menggunakan data Laboratorium.
2. Jumlah titik pengujian sebaiknya banyak agar dalam menganalisis likuifaksi ada data

- pembandingan antara satu titik dengan titik lainnya.
3. Sistem pondasi yang akan digunakan dilokasi penelitian disarankan menggunakan jenis pondasi dalam, sehingga boleh mencapai kedalaman yang sesuai dan diharapkan akan aman terhadap potensi likuifaksi manakala terjadi gempa bumi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional, (2008). Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan SPT. Jakarta.
- Lee C. Y., (2007). APRN Journal of Engineering and Applied Sciences. *Earthquake-Induced Settlements In Saturated Sandy Soils*. Universiti Tenaga Nasional Selangor Malaysia
- Legrans, R. R., (2016). Studi Potensi Likuifaksi Berdasarkan Uji Penetrasi Standar (SPT) di Pesisir Pantai Belang Minahasa Tenggara.
- Muntohar, A. S., (2009). *Mikro-Zonasi Potensi Likuifaksi dan Penurunan Tanah akibat Gempa Bumi*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Widodo, P. (2012). *Seismologi Teknik & Rekayasa Kegempaan*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.

Halaman ini sengaja dikosongkan