



Analisis Potensi Likuifaksi di Daerah Serangan Bali Selatan menggunakan Metode Probabilistik dan Metode *Ground Penetrating Radar* (GPR)

Maya Efiarni Eka Putri¹, Rahmat Nawi Siregar¹, Alamta Singarimbun²

¹⁾ Jurusan Fisika, Institut Teknologi Sumatera

Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kecamatan Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan 35365, Lampung, Indonesia

²⁾ Jurusan Fisika, Institut Teknologi Bandung

Jl. Ganesha No.10, Lb. Siliwangi, Kecamatan Coblong, Kota Bandung 40132, Indonesia

* E-mail korespondensi: maya.11116064@student.itera.ac.id

Info Artikel:

Dikirim:
30 Desember
2020

Revisi:
28 Februari 2021

Diterima:
30 April 2021

Kata Kunci:

GPR,
Liquefaction,
Probability
Method

Abstract

Liquefaction causes physical damage on land and has potential to cause more fatalities. In addition, southern part of Bali Island is one of the tourist destination areas with quite high liquefaction potential due to soil condition and large number of potential earthquakes. Research on liquefaction potential analysis at Serangan, Southern Bali was conducted by using probabilistic and ground penetrating radar (GPR) methods. This research aims to obtain information on shallow layers, land subsidence due to earthquakes theoretically, and probability of liquefaction occurrences in the area of Serangan, Southern Bali by considering several parameters, such as Bali earthquake (2020) and Lombok earthquake (2018). In this research, the GPR data was processed by ReflexW 7.0 software, and probabilistic by Microsoft Excel 2010. The probabilistic and GPR results indicated ground water level was at 2 m depth and the liquefaction occurrence was 92.22% with ground acceleration of 0.5749 gal at 3.5 m depth, which was 10 km away from epicenter due to an earthquake with a magnitude of 7.7

PENDAHULUAN

Wilayah permukaan Pulau Bali tersusun atas berbagai macam batuan gunungapi. Pada daerah Serangan, Bali Selatan tersusun oleh formasi endapan aluvium (Qal) sebagai endapan termuda yang terdiri atas lempung, pasir, lanau, dan kerikil [1], [2]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), pesisir Selatan Bali yakni daerah reklamasi Serangan merupakan daerah kawasan rawan bencana likuifaksi yang dipicu oleh gempa bumi dangkal di atas 6 SR dalam waktu yang cukup lama [3].

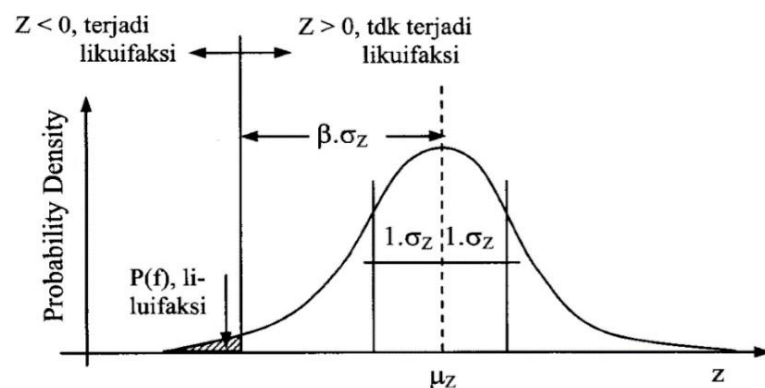
Bali Selatan (Daerah Serangan) merupakan pusat pembangunan pemukiman, maka upaya menganalisis secara teoritis dan melakukan mitigasi bahaya likuifaksi akibat gempa bumi sangat diperlukan untuk mengurangi resiko akibat gempa bumi di Serangan, Bali

Selatan. Untuk dapat menganalisis dan melakukan mitigasi bahaya likuifaksi maka diperlukan pengetahuan mengenai kedalaman muka air tanah, penurunan tanah akibat gempabumi dan probabilitas potensi terjadinya likuifaksi di daerah Serangan, Bali Selatan. Tujuan dalam penelitian ini untuk mengetahui kedalaman muka air tanah, penurunan tanah akibat gempabumi secara teoritis, dan probabilitas kejadian likuifaksi.

METODE PENELITIAN

Secara umum, likuifaksi merupakan proses berkurangnya kekuatan lapisan tanah dan kenaikan tegangan air pori akibat getaran yang berasal dari gempabumi maupun pembebanan lainnya. Pada saat mengalami getaran, air akan memberikan suatu tekanan di partikel-partikel tanah yang akan mempengaruhi kepadatan dari tanah tersebut[4], [5], [6]. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis potensi likuifaksi adalah Metode *Ground Penetration Radar* (GPR). Metode *Ground Penetrating Radar* (GPR) menggunakan sinyal gelombang elektromagnetik [7]. Metode ini digunakan untuk menyelidiki bawah permukaan dangkal (0-10) m dan memberikan resolusi tinggi[8], [9]. Metode GPR didasarkan atas persamaan Maxwell [10]. Prinsip penggunaan metode GPR tidak jauh berbeda dengan metode seismik pantul. Teknik penggunaan metode GPR adalah *Electromagnetic Subsurface Profiling* (ESP) dengan cara memanfaatkan pengembalian gelombang elektromagnetik yang dipancarkan melalui permukaan tanah dengan perantara antena[8]. Keberhasilan metode GPR bergantung pada variasi bawah permukaan yang dapat menyebabkan gelombang radar tertransmisikan dan ter-refleksikan. Refleksi yang ditimbulkan oleh radiasi gelombang elektromagnetik timbul akibat adanya perbedaan antara konstanta dielektrik relatif antara lapisan yang berbatasan[10].

Probabilitas kegagalan merupakan kemungkinan terjadinya kerusakan massa tanah sehingga terjadinya potensi likuifaksi[11]. Faktor keamanan (FS) dan indeks keandalan (β) merupakan parameter utama untuk mengetahui probabilitas terjadinya likuifaksi. Semakin besar nilai faktor keamanan (FS) dan nilai indeks keandalan (β), maka probabilitas potensi terjadinya likuifaksi akan semakin kecil (Gambar 1)[11].



Gambar 1. Batas terjadinya likuifaksi berdasarkan indeks keandalan[11]

Dalam penelitian ini untuk memperkirakan besarnya percepatan getaran tanah maksimum ($y_{\max}$) menggunakan fungsi atenuasi yang dirumuskan oleh Campbell (1989) dikarenakan tidak adanya data rekaman gempa yang dinyatakan dalam persamaan berikut 1 [12]:

$$(y_{\max}) = \exp[(-2.501) + (0.623 \cdot M_L) - \ln(R + 7.28)] \quad (1)$$

dimana:

$(y_{\max})$ = Percepatan tanah maksimum (gal)

M_L = Magnitudo lokal gempabumi

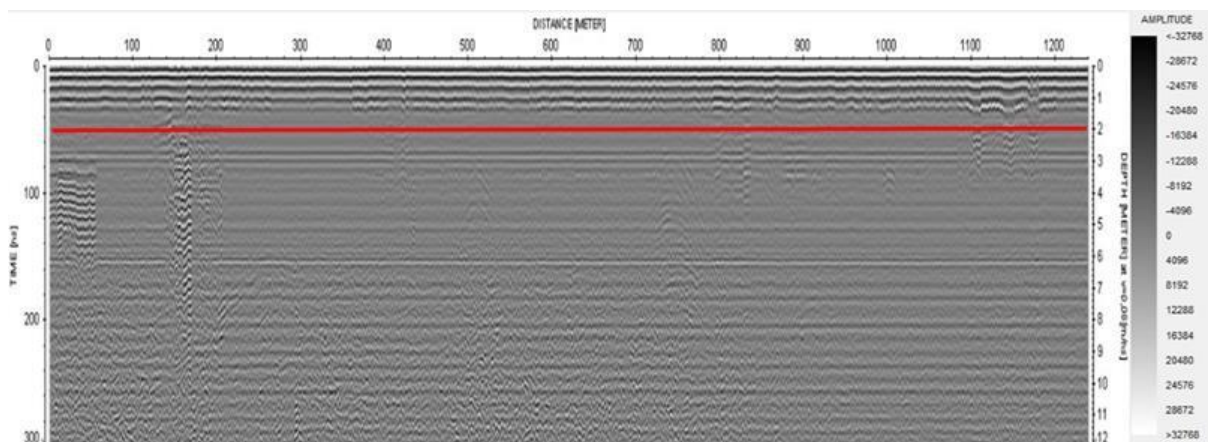
R = Jarak episenter (km)

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Laboratorium Geoteknologi LIPI Bandung. Untuk mendapatkan data-data pada penelitian ini, maka dilakukan Proses *filtering* pada penampang radargram untuk menentukan kedalaman muka air tanah dengan menggunakan *software* ReflexW 7.0. Perhitungan analisa secara teoritis probabilitas kejadian likuifaksi dengan menggunakan persamaan yang dirumuskan oleh Wang dan Yang (2001) berdasarkan data sondir/SPT dengan menggunakan *software* Mics. Excel 2010.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kedalaman Muka Air Tanah

Kedalaman muka air tanah di daerah Serangan, Bali Selatan berkisar antara 1.6-2.6 m. Hal tersebut dicirikan oleh sinyal yang melemah (Gambar 2) pada penampang radargram setelah dilakukan proses pengolahan data berupa *filtering*. Pelemahan sinyal hanya akan terjadi jika gelombang elektromagnetik mengenai bawah permukaan dengan nilai konstanta dielektrik yang besar yaitu 80 K.



Gambar 2. Penampang radargram kedalaman muka air tanah

Penurunan Permukaan Tanah

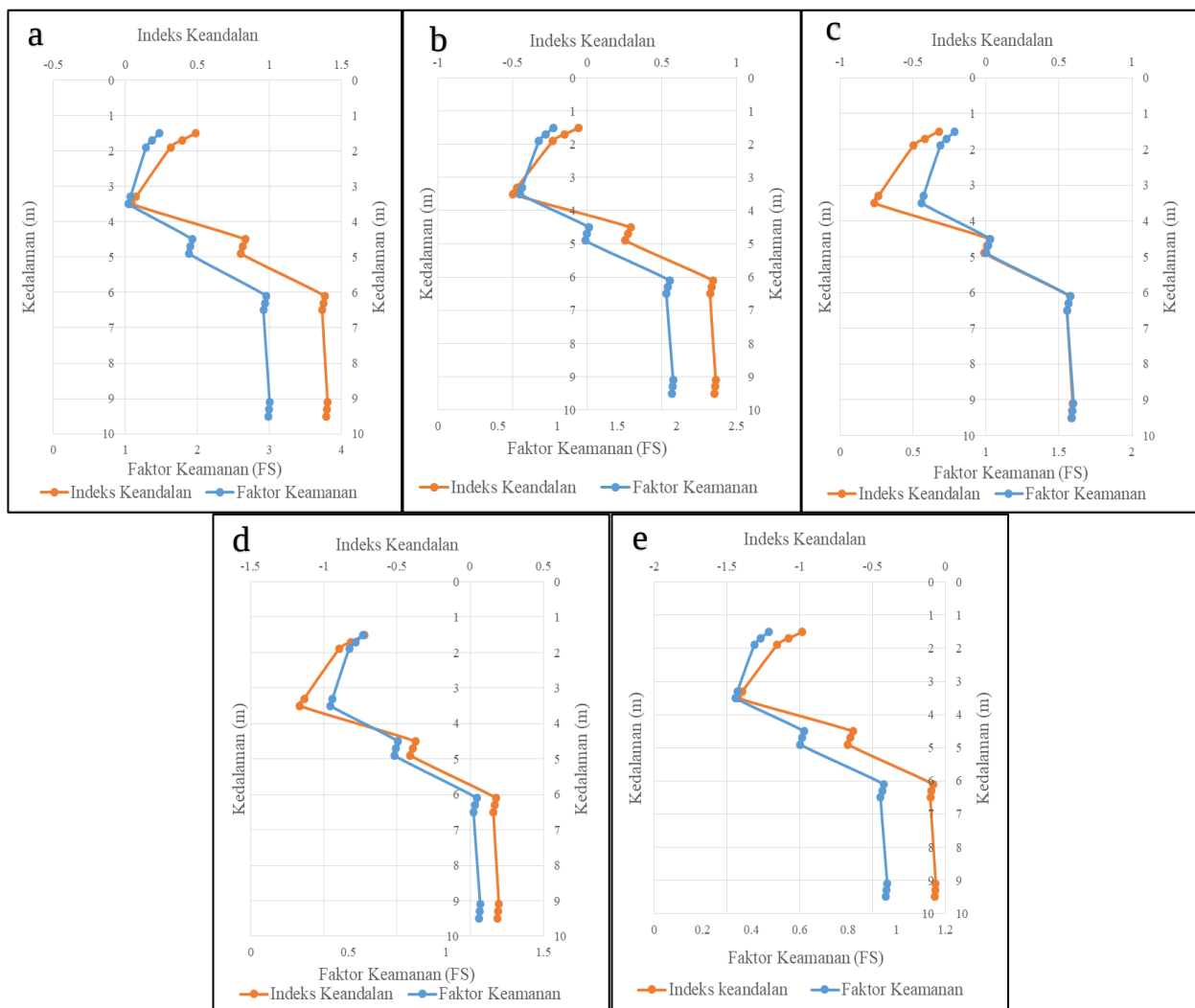
Berdasarkan parameter gempabumi yang digunakan pada penelitian ini yaitu gempabumi di Bali (2020) dengan magnitudo 6.6 yang jaraknya sejauh 280.74 km dari episenter dan gempabumi di Lombok (2018) dengan magnitudo $\geq 7,0$ yang jaraknya sejauh 169.32 km dari episenter akan relatif lebih sulit untuk terjadinya potensi likuifaksi. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 yang menyajikan percepatan tanah maksimum untuk gempabumi Bali (2020) dan gempabumi Lombok (2018) yang memiliki nilai percepatan tanah sangat rendah.

Tabel 1. Percepatan tanah berdasarkan parameter gempa bumi penelitian

Event	Magnitudo	Jarak (km)	(y_{max}) (g)	Kedalaman (m)
Bali (2020)	6.6	280.74	0.01765	-
Lombok (2018)	7	169.32	0.0373	-

Probabilitas Kejadian Likuifaksi

Berdasarkan data SPT yang telah diolah, diperoleh probabilitas kejadian likuifaksi pada setiap magnitudo dan kedalaman.



Gambar 3. Potensi likuifaksi dengan berdasarkan kekuatan gempa (a) 6,6 SR, (b) 7,0 SR, (c) 7,2 SR

Syarat dalam menentukan potensi likuifaksi yaitu berdasarkan faktor keamanan (FS) dan indeks keandalan (β). Jika faktor keamanan (FS) < 1.0 dan indeks keandalan (β) < 0 maka potensi likuifaksi akan cenderung lebih mudah terjadi. Sebaliknya, jika faktor keamanan (FS) $>$

1.0 dan indeks keandalan (β) > 0 maka potensi likuifaksi relatif lebih sulit terjadi. Pada Gambar 3 merupakan plot faktor keamanan dan indeks keandalan berdasarkan pengolahan data SPT. Kurva yang terbentuk menunjukkan probabilitas kejadian likuifaksi di seluruh kedalaman yang dianalisis. Hasil pengolahan data tersebut menunjukkan bahwa tidak adanya probabilitas potensi likuifaksi dengan M 6.6 SR pada setiap kedalaman yang dianalisis. Hal tersebut didasarkan oleh nilai faktor keamanan (FS) < 1.0 dan nilai indeks keandalan $\beta < 0$ yang akan relatif lebih sulit terjadinya likuifaksi. Adanya probabilitas potensi likuifaksi ditunjukkan oleh M 7.0, M 7.2, M 7.5, dan M 7.7 pada kedalaman tertentu pada. Hal ini berdasarkan nilai faktor keamanan (FS) < 1.0 dan indeks keandalan $\beta < 0$ dengan probabilitas paling besar yaitu sebesar 92.22% pada kedalaman 3.5 m pada M 7.7 SR.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat dirangkum berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yaitu sebagai berikut:

1. Lapisan dangkal di daerah Serangan, Bali Selatan berada pada kedalaman 1,6 – 2,6 m dengan nilai konstanta dielektrik sebesar 80.
2. Penurunan tanah yang besar akibat gempa bumi terjadi pada magnitudo sebesar 7.7 yang berjarak 10 km dari episenter dengan percepatan tanah maksimum 0.5749 gal.
3. probabilitas kejadian likuifaksi sebesar 92.22% dengan percepatan tanah maksimum 0.5749 gal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada ARNI'S team yang telah memberikan do'a serta dukungan kepada penulis. Terimakasih kepada Bapak Rahmat Nawi Siregar S.Pd., M.Sc yang selalu membimbing dan mengarahkan serta memberikan saran penulis untuk menyelesaikan penelitian ini dan terimakasih untuk Nata yang selalu memberi support serta semangat setiap harinya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Tata Ruang Provinsi Bali," *Dinas Pekerjaan Umum, Penataan Ruang, Perumahan dan Kawasan Permukiman Provinsi Bali*. [Online]. Available: <http://tarubali.baliprov.go.id/peta-geologi/>. [Accessed: 12-Jan-2020].
- [2] R. Suyarto, "Kajian Akifer Di Kecamatan Denpasar Barat Provinsi Bali," *J. Bumi Lestari*, vol. 12, no. 1, pp. 162–166, 2012.
- [3] LIPI, "PERINGATAN RISIKO LIKUIFAKSI DI PESISIR BENOA DAN SEKITARNYA," *Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI*, 2019. [Online]. Available: <http://geotek.lipi.go.id/?p=10209>. [Accessed: 22-Nov-2019].
- [4] A. G. D. Warouw, F. J. Manoppo, and S. G. Rondonuwu, "Analisis Potensi Likuifaksi dengan Menggunakan Nilai SPT (Studi Kasus : Jembatan Ir. Soekarno Manado)," *J. Sipil Statik*, vol. 7, no. 11, pp. 1453–1464, 2019.
- [5] K. C. Tijow, O. B. A. Sompie, and J. H. Ticoh, "Analisis Potensi Likuifaksi Tanah Berdasarkan Data Standart Penetration Test (SPT), Studi Kasus : Dermaga Bitung, Sulawesi Utara," *J. Sipil Statik*, vol. 6, no. 7, pp. 491–500, 2018.

- [6] E. Mina, R. I. Kusuma, and S. Sudirman, “Analisa Potensi Likuifaksi Berdasarkan Data Spt (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Baru Untirta Sindang Sari),” *J. Fondasi*, vol. 7, no. 1, pp. 11–21, 2018.
- [7] M. S. Kafi, “Analisa Kondisi Bawah Permukaan Tanggul Lumpur Sidoarjo Menggunakan Metode Ground Penetrating Radar (GPR) pada Titik P76-77, P78-79, P79-83,” Institut Teknologi Sepuluh November, 2016.
- [8] I. A. Pratama, D. D. Warnana, and F. Syaifuddin, “Identifikasi Rekahan Dangkal Akibat Aktivitas Lumpur Sidoarjo Di Kecamatan Tanggulangin – Kabupaten Sidoarjo Menggunakan Metode Ground Penetrating Radar (GPR),” *J. Geosaintek*, vol. 3, no. 1, p. 23, 2017.
- [9] R. N. Siregar, I. N. Sinarta, M. Eryan, and Sismanto, “Ground Penetrating Radar and 2-D Electricity Application for Detecting Landslide in Abang District, Karangasem Regency, Bali,” *Int. J. Eng. Res. Appl.*, vol. 6, no. 8, pp. 51–55, 2016.
- [10] H. A. Wiyono, “Identifikasi Lapisan Aluvial dan Lempung di Danau Saguling, Kabupaten Bandung Barat Menggunakan Metode Ground Penetrating Radar (GPR),” Universitas Lampung.
- [11] W. Pawirodikromo, *Seismologi Teknik & Rekayasa Kegempaan*, Cetakan I. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012.
- [12] A. Sungkowo, “Studi Kerentanan Seismik dan Karakteristik Dinamik Tanah di Kota Yogyakarta dari Data Mikrotremor,” Universitas Islam Indonesia, 2016.