

# Site Class dan Upaya Mitigasi Dampak Kegempaan Daerah Bandar Lampung

Eko Rananda<sup>1</sup>, Rustadi<sup>2</sup>, Suharno<sup>3</sup>, Ahmad Zaenudin<sup>4</sup>

Program Studi Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung  
[ekorananda997@gmail.com](mailto:ekorananda997@gmail.com)

## INFO ARTIKEL

### Status Artikel:

Diterima: 21 Juli 2020

Disetujui: 18 Agustus 2020

Tersedia *online*: 01 Oktober 2020

### Kata Kunci:

Jenis tanah, Site Class, SPT,  $V_{S30}$

### Keyword :

*Site Class, SPT,  $V_{S30}$ , Soil Type*

## ABSTRACT

Tanah lapisan dangkal di Bandar Lampung tersusun oleh material sedimen dan produk gunungapi berumur muda. Karakteristik material sedimen dapat menghasilkan getaran besar dan efek lainnya, sehingga dapat menimbulkan bahaya terhadap bangunan dan infrastruktur. Analisa site class batuan dan respon resistensi atas gangguan gempa di daerah penelitian dilakukan melalui interpretasi kecepatan gelombang geser ( $V_s$  dan  $VS30$ ), amplifikasi dan frekuensi alamiah berdasarkan nilai pengukuran SPT sejumlah 7 titik di dua formasi batuan. Dari hasil penelitian diketahui bahwa daerah penelitian memiliki resiko kerusakan akibat gempa dalam skala rendah serta memiliki jenis tanah dari tanah sedang sampai tanah keras dan batuan lunak berupa site class D dan C. Daerah Rajabasa memiliki lapisan tanah keras di kedalaman 2 m, Garuntang di kedalaman lebih dari 6 m, Gunung Sulah di kedalaman lebih dari 2 m. Sedangkan Teluk Betung dan Teluk Betung Selatan, lapisan tanah keras relative dalam di 12 m dan 18 m.

*The shallow layer of soil in Bandar Lampung is composed of sedimentary material and young volcanic products. The characteristics of the sedimentary material can produce large vibrations and other effects, which can pose a hazard to buildings and infrastructure. Analysis of rock site class and resistance response to earthquake disturbance in the study area was carried out through the interpretation of shear wave velocity ( $V_s$  and  $VS30$ ), amplification, and natural frequency based on SPT measurement values of 7 points in two rock formations. From the research results, it is known that the research area has a low-scale earthquake damage risk and has soil types from medium to hard soil and soft rock in the form of class D and C sites. The Rajabasa area has a hard soil layer at a depth of 2 m, Garuntang at a deeper depth from 6 m, Mount Sulah at a depth of more than 2 m. Meanwhile, Teluk Betung and Teluk Betung Selatan, the hard soil layers are relatively deep at 12 m and 18 m.*

Copyright © 2020 *jpgeography-UNILA*

*This open access article is distributed under a*

*Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 International license*

Copyright © 2020 *jpgeography-UNILA* *This open access article is distributed under a*

## PENDAHULUAN

Kota Bandar Lampung menempati posisi geografis yang sangat strategis, sebagai gerbang antara Pulau Jawa dan Sumatera. Posisi relative dekat terhadap pusat ekonomi seperti Jabotabek dan Jawa Barat menjadikannya salah satu pilihan bagi relokasi dan tempat limpahan kegiatan ekonomi dari wilayah tersebut.

Pertumbuhan ekonomi dan berbagai infrastruktur, turut disertai dengan meningkatnya jumlah penduduk, dan penggunaan lahan. Untuk mendukung pembangunan yang berkelanjutan, diperlukan konsep penataan ruang berbasis potensi bencana. Kota Bandar Lampung dengan kondisi geologi dipengaruhi oleh pengaruh aktivitas subduksi lempeng Indo-Australia, menjadikan kawasan rawan kegempaan di zona mega thrust dan patahan daratan. Maka dari itu Kota Bandar Lampung sebagai wilayah pusat perekonomian, jasa dan perdagangan di provinsi Lampung juga perlu adanya antisipasi segala dampak yang dapat ditimbulkan oleh kejadian gempa tersebut. Salah satu upaya mitigasinya yaitu dengan mengidentifikasi zona yang rawan terhadap guncangan gempabumi.

Tanah lapisan dangkal di Bandar Lampung tersusun oleh material sedimen dan produk gunungapi berumur muda. Karakteristik material sedimen dapat menghasilkan getaran besar dan efek lainnya, sehingga dapat menimbulkan bahaya terhadap bangunan dan infrastruktur vital (Haerudin et al., 2019).

Modulus geser merupakan parameter geoteknik yang digunakan sebagai acuan rekayasa gempa. Parameter dapat diperkirakan melalui kecepatan gelombang geser ( $V_s$ ) yang diukur secara in-situ. Berbagai hambatan pengukuran secara langsung, beberapa peneliti merumuskan hubungan antara kecepatan gelombang geser ( $V_s$ ) dan data uji lapangan statis hasil uji penetrasi standar (SPT) (Luzi et al., 2011)

### Geologi Regional Dan Gelombang Geser

Tanah selalu mempunyai peranan sangat penting dalam suatu pekerjaan konstruksi. Tanah adalah dasar pendukung suatu bangunan atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri. Pada umumnya semua bangunan dibuat diatas atau dibawah permukaan tanah, maka diperlukan suatu sistem fondasi yang akan menyalurkan beban dari bangunan ke tanah (Bowless, 1997).

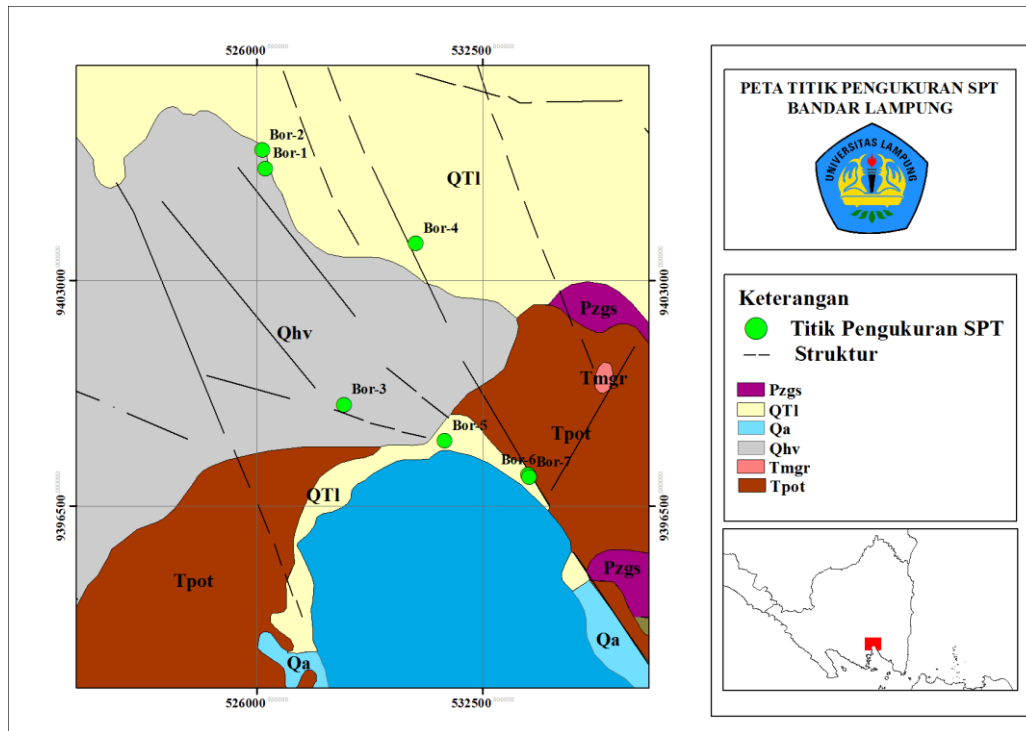
Mangga dkk., (1993) menafsirkan lapisan penutup batuan dasar di Bandar Lampung berupa material sedimen. Fragmen pecahan, mineral, atau material organik yang diangkut dari berbagai sumber dan diendapkan oleh media udara, angin, es,

atau oleh air dan juga termasuk didalamnya material yang diendapkan dari material yang melayang dalam air atau dalam bentuk larutan kimia (Usman, 2014).

Material sedimen menjadi komponen penyusun formasi batuan sedimen penutup batuan dasar. Formasi sedimen, berupa; Aluvium (Qa) berupa kerakal, kerikil, pasir, lempung dan gambut. Endapan Gunungapi Muda Pesawaran (Qhvp) berupa lava (andesit-basal), breksi dan tuf. Formasi Lampung (QTI) berupa tuf berbatuapung, tuf riolitik, tuf padu tufit, batulempung tufan dan batupasir tufan; Batuan Tersier disusun oleh batuan produk gunungapi dan batuan terobosan/intrusive. Terdiri Formasi Campang (Tpoc) bagian bawah terdiri dari perselingan batulempung, serpih dan tuf padu, bagian atas terdiri dari breksi aneka bahan dengan sisipan batupasir dan batulanau; Formasi Tarahan (Tpot) berupa tuf padu, breksi dengan sisipan rijang;

Batuan Granit tak terpisahkan (Tmgr) terdiri dari granit dan granodiorit menerobos batuan dasar. Batuan Pra-Tersier disusun oleh batuan-batuan dasar berupa batuan metamorf Kompleks Gunung Kasih Tak Terpisahkan (Pzg) terdiri dari Kuarsit Sidodadi (Pzgz) berupa kuarsit dengan sisipan sekis-kuarsa serisit (Gambar 1).

Standard Penetration Test (SPT) suatu metode uji yang dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui kekakuan lapisan tanah. Terdapat korelasi yang baik antara pendekatan uji tekan kepadatan terhadap parameter gelombang geser. Berbagai penelitian terkait yang menurunkan hubungan antara SPT-N dan  $V_s$  dari berbagai variable; jenis tanah, ukuran butiran dan kandungan air. Namun kondisi geologi antar wilayah, menghasilkan variasi impuritas material yang akan mempengaruhi empiris antara SPT-N dan  $V_s$ . Terzaghi dan Peck (1967), Peck, dkk. (1974), Hunt (1984), Matasovic dan Kavazanjian (1998) menyatakan hubungan SPT, cepat rambat gelombang geser dan rasio Poisson ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Peta geologi Bandar Lampung dan distribusi titik SPT

Tabel 1. Perbandingan nilai SPT N dengan Kecepatan Gelombang Geser (VS) dan Poisson's ratio.

Jenis Tanah	SPT-N Value	Shear Wave Velocity Vs (m/s)	Poisson's Ratio v
Tanah Butiran Longgar (Loose Granular Soil)	0 – 20	130 – 280	0.2 – 0.4
Tanah Granular Padat (Dense Granular Soil)	20 – 50	200 – 410	0.3 – 0.45
Tanah Liat Lunak (Soft Clay)	0 – 6	40 – 90	0.15 – 0.25
Tanah Liat Kaku (Stiff Clay)	6 – 30	65 – 140	0.2 – 0.5

Persamaan hubungan nilai Vs dan nilai N-SPT berdasarkan hasil penelitian Kumar dkk. (2016) diperoleh hubungan empiris;

Tanah Butiran Longgar (*Loose Granular Soil*),  

$$V_s = 130 + 7.5 N \tag{1}$$

Tanah Granular Padat (*Dense Granular Soil*),  

$$V_s = 60 + 7 N \tag{2}$$

Tanah Liat Lunak (*Soft Clay*),  

$$V_s = 40 + 8.333 N \tag{3}$$

Tanah Liat Kaku (*Stiff Clay*),  

$$V_s = 46.25 + 3.125 N \tag{4}$$

Klasifikasi *sites class*, ditentukan berdasar rata-rata kecepatan gelombang geser dari permukaan hingga kedalaman 30 m ( $V_{s30}$ ) diadopsi sebagai standar internasional diinisiasi *National*

*Earthquake Hazard Reduction Program* (NEHRP). Site class berdasar nilai SPT dapat diperoleh melalui empiris

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \left( \frac{d}{V_s} \right)} \tag{5}$$

dimana:

$V_{s30}$  = Kecepatan gelombang geser pada kedalaman 30 meter (m/s)

$d$  = Ketebalan lapisan (m)

$V_s$  = Kecepatan gelombang geser (m/s)  
 Studi ini dilakukan sepanjang tahun

Amplifikasi merupakan penguatan amplitudo gelombang seismik yang terjadi akibat adanya perbedaan yang signifikan antar lapisan. Gelombang seismik akan mengalami penguatan (amplifikasi) jika merambat pada suatu medium ke medium lain yang lebih lunak. Nilai faktor amplifikasi tanah berkaitan dengan perbandingan kontras impedansi lapisan permukaan dengan lapisan di bawahnya. Bila perbandingan kontras impedansi kedua lapisan tersebut tinggi maka nilai faktor penguatan juga tinggi, begitu pula sebaliknya (Nakamura, 2000). Besarnya dapat dihitung secara empiris yang didapatkan dari suatu persamaan (Wakamatsu dkk., 2006).

$$\text{Log Amp} = 2.367 - 0.852 \log V_{s30} \pm 0.166 \tag{6}$$

dimana:

$Amp$  = Nilai Amplifikasi (*Times*)

Terdapat dua penyebab terjadinya amplifikasi gempa yang mengakibatkan kerusakan pada bangunan. Pertama, terdapat gelombang yang mengalami superposisi atau dapat diakibatkan bahwa gelombang tersebut terjebak pada lapisan lunak. Apabila gelombang tersebut memiliki frekuensi yang cenderung sama, maka pada gelombang dapat mengalami proses resonansi. Kedua, terdapat kesamaan frekuensi alami antara geologi ditempat tersebut dengan bangunan. Hal ini dapat berakibatkan resonansi antara bangunan dengan tanah setempat dimana akan terjadinya getaran tanah lebih kuat pada bangunan (Nakamura, 2000).

## METODELOGI

Penyelidikan geoteknik sangat diperlukan sebagai upaya mitigasi pada zona rawan gempa bumi. Penyelidikan geoteknik mencakup dua hal, yaitu penyelidikan permukaan, dan penyelidikan bawah permukaan. Penyelidikan permukaan meliputi pemetaan geoteknik dan identifikasi persebaran litologi yang ada di permukaan, serta penyelidikan bawah permukaan meliputi kegiatan pengeboran khususnya pengeboran inti untuk mengetahui sifat dan karakteristik tanah atau batuan bawah permukaan.

Penelitian berada di daerah Bandar Lampung (Gambar 1). Terdapat tujuh uji SPT dengan kedalaman berbeda-beda pada dua formasi batuan. Pada Formasi Qhv meliputi daerah Rajabasa dan Garuntang serta Formasi QTI meliputi daerah Gunung Sulah, Teluk Betung dan Teluk Betung Selatan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji SPT di tujuh titik ukur dengan respon kekakuan lapisan dan korelasi terhadap gelombang geser dan site class diringkaskan pada Tabel 2. Pada formasi Qhv, lapisan tanah sudah mengalami kompaksi di kedalaman 2 – 6 m. Dari tiga titik uji,

pada interval kedalaman tersebut, nilai SPT > 50, setara dengan VS = 410 m/s. Sedangkan nilai VS30= 388 m/s termasuk pada site class C dengan amplifikasi rendah 1- 2 kali dan frekuensi getaran = 2,1 – 3,2 Hz untuk titik Bor-1. Sedangkan untuk titik Bor-2 dan Bor-3 didapatkan nilai VS30= 248 m/s – 352 m/s memiliki site class jenis D berupa tanah sedang dengan nilai amplifikasi rendah sebesar 2 kali sehingga diketahui pada titik tersebut memiliki resiko kegempaan yang rendah.

Litologi penyusun pada formasi Qhv berupa tanah butiran longgar dan tanah butiran padat hal ini berkaitan dengan umur batuan yang terbentuk pada zaman kuartar kala holosen pada masa kenozoikum yang terdiri atas sedimen vulkanik berupa endapan lava (andesit-basal), breksi dan tuf.

Sedangkan 4 titik uji SPT di QTI memberikan hasil relative bervariasi. Titik 4 dan 5, lapisan telah mengalami kompaksi di kedalaman 2 – 8 m, namun pada titik 6 dan 7, masih merupakan tanah lunak. Pada titik 5, 6 dan 7 dapat berkaitan dengan pencampuran penyusun sedimen antara QTI dan Qa serta saturasi air yang menyebabkan lapisan relative lebih lunak dibandingkan pada titik 4. Sehingga didapat pada Bor-4 memiliki VS30 = 404 m/s memiliki site class C, jenis tanah berupa tanah keras dan batuan lunak dengan nilai amplifikasi rendah sebesar 1-2 kali sehingga diketahui pada titik Bor-4 memiliki resiko kegempaan yang rendah. Sedangkan pada titik Bor-5, 6 dan 7 memiliki nilai VS30 = 182 m/s – 283 m/s memiliki site class D, jenis tanah berupa tanah sedang dengan nilai amplifikasi rendah sebesar 2 kali sehingga diketahui pada titik tersebut memiliki resiko kegempaan yang rendah.

Litologi penyusun pada formasi QTI berdasarkan data SPT berupa tanah liat lunak, tanah liat kaku, tanah butiran longgar dan tanah butiran padat. Hal ini berkaitan dengan umur batuan yang terbentuk pada Zaman Quarter di peralihan Kala pliosen (sebagian) dengan plistosen pada masa kenozoikum yang terdiri atas endapan gunung api purba berupa tuf berbatu apung, tuf riolitik, tuf padu tufit, batulempung tufan dan batupasir tufan.

Table 2. Hasil Pengukuran Data SPT Daerah Penelitian

Formasi	Titik SPT	Kedalaman (meter)	N-SPT	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Amplifikasi (Kali)	Frekuensi (Hz)	Site Class	Keterangan Resiko
Qhv(b)	Bor-1	0- 2	12	220	388	1	3,2	C	Rendah
		02-Apr	>50	410					
		04-Jun	>50	410					
		06-Aug	>50	410					
		08-Oct	>50	410					

<b>QTI</b>	<b>Bor-2</b>	10 – 12	>50	410	352	2	2,9	D	Rendah
		0 – 2	23	118					
		02-Apr	>50	410					
		04-Aug	>50	410					
		08-Oct	>50	410					
	<b>Bor-3</b>	0.5-2	15	93	248	2	2,1	D	Rendah
		02-Apr	8	71					
		04-Jun	20	108,8					
		06-Aug	>50	410					
		Aug-30	>50	410					
	<b>Bor-4</b>	0 - 2	40	340	404	1	3,4	C	Rendah
		02-Apr	>50	410					
		04-Aug	>50	410					
		08-Oct	>50	410					
		10-Dec	>50	410					
<b>Bor-5</b>	01-Mar	27	249	183	3	1,5	D	Rendah	
	03-Apr	2	56,7						
	04-Jun	1	48						
	06-Aug	3	65						
	08-Oct	>50	410						
	10-Dec	22	115						
	Dec-14	>50	410						
14-22	>50	410							
<b>Bor-6</b>	0.40-2	15	242,5	283	2	2,4	D	Rendah	
	2.4-4	20	280						
	4.4-6	23	221						
	6.4-8	31	277						
	8.4-10	36	312						
	10.4-12	15	93						
	12.4-14	25	124						
	14.4-16	27	130,6						
	16.4-18	39	333						
	18.4-24	>50	410						
<b>Bor-7</b>	0.40-2	32	284	218	2	1,8	D	Rendah	
	2.4-4	>50	410						
	4.4-6	36	312						
	6.4-8	41	347						
	8.4-10	31	277						
	10.4-12	19	105,6						
	12.4-14	15	93						
	14.4-16	10	77,5						
	16.4-18	12	83,8						
	18.4-20	15	93						

		20.4-22	40	340				
		22.4-30	>50	410				

## KESIMPULAN

Formasi Qhv di wilayah Rajabasa dan Garuntang memiliki resiko kegempaan rendah dimana memiliki site clas jenis C untuk daerah Rajabasa dengan lapisan tanah keras mulai ditemukan di kedalaman 2 m. Jenis D di Garuntang dengan lapisan tanah keras mulai ditemukan di kedalaman 6 m. Formasi QTI yaitu di Gunung Sulah, Teluk Betung dan Teluk Betung Selatan memiliki resiko kegempaan yang rendah. Gunung Sulah memiliki Site class jenis C dengan lapisan tanah keras di kedalaman 2 m, site class jenis D di Teluk Betung dan Teluk Betung Selatan dengan kedalaman lapisan keras lebih dari 12 m di Teluk Betung dan lebih dari 18 m di Teluk Betung Selatan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung penelitian ini terutama kepada kontraktor atas data yang digunakan dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E. 1997. *Foundation Analysis and Design, Fifth Edition*. Washinton D.C. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.
- Haerudin, N. Rustadi, Fitriawan H., Siska D., and Farid M., (2019) 'Earthquake Disaster Mitigation Mapping By Modeling of Land Layer and Site Effect Zone in The Kota Baru of South Lampung', *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 8(1), pp. 53–67. doi: 10.24042/jipfalbiruni.v8i1.3705.
- Hunt, R.E. 1984. *Geotechnical Engineering Investigation Manual*. McGrawHill, NewYork.
- Luzi, L., Puglia R., Pacor F., Gallipoli M.R., Bindi D., and Mucciarelli M., (2011) 'Proposal for a soil classification based on parameters alternative or complementary to Vs,30', *Bulletin of Earthquake Engineering*, 9(6), pp. 1877–1898. doi: 10.1007/s10518-011-9274-2.
- Kumar, R., Bhargava, K. dan Choudhury, D. 2016. Estimation of Engineering Properties of Soils from Field SPT Using Random Number Generation. Indian National Academy of Engineering.
- Mangga, S.A., Amirudin, T., Suwarti, S., Gafoer dan Sidarto. 1993. Peta Geologi Lembar Tanjungkarang, Sumatra. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Matasovic, N. dan Kavazanjian, E.Jr. 1998. Cyclic Characterisation Of Oil Landfill Solid Waste. *Journal Geotech Geoenviron Eng ASCE* 124(3):197-210.
- Nakamura, Y. 2000. Clear Identification Of Fundamental Idea Of Nakamura's Technique And Its Applications. *Proc. of the 12th World Congresss on Earthquake Engineering*. Aucklland. New Zealand.
- Peck, R.B., Hanson, W.E. dan Thornburn, T.H. 1974. *Foundation Engineering, 2<sup>nd</sup> edn*. Wiley & Sons Inc.. New York.
- Terzaghi, K. dan Peck, R.B. 1967. *Soil Mechanics In Engineering Practice, 2nd Edn*. Wiley. New York.
- Usman, K.O. 2014. Analisis Sedimentasi pada Muara Sungai Komering Kota Palembang. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 2 (2), hlm. 209 – 215.
- Wakamatsu, K., Matsuoka, M. dan Hasegawa, K. 2006. GIS-based Nationwide Hazard Zoning Using the Japan Engineering Geomorphologic Classification Map. *Proceedings of the 8th U.S. National Conference on Earthquake Engineering*. San Francisco California-USA pp. 849.