

**ANALISIS KECEPATAN GELOMBANG GESER (Vs30) MENGGUNAKAN
METODE SEISMIC *MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVE* (MASW)
UNTUK MENENTUKAN RESIKO BENCANA GEMPABUMI
DI KOTA BANDAR LAMPUNG**

Syamsurijal Rasimeng^{1,2}, Eki Zuhelmi³, Esha Firnanza² dan Titi Setianing Rahayu²

¹Pusat Kajian Mitigasi Bencana Fakultas Teknik Universitas Lampung, Jl. S. Brojonegoro
No.1 Bandar Lampung 35145, email: syamsurijal.rasimeng@eng.unila.ac.id

²Jurusan Teknik Geofisika Fakultas Teknik Universitas Lampung, Jl. S. Brojonegoro No.1
Bandar Lampung 35145, email: eshafirnanza@gmail.com

³PT. Spectrum GeoSolution, Jl. Griya Rahayu Blok R/10 Way Halim Permai Bandar
Lampung 35145, email: eki.zuhelmi@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian analisis kecepatan gelombang geser (Vs30) untuk mendapatkan indicator nilai pergerakan tanah sebagai upaya mitigasi bencana gempabumi pada beberapa lokasi di wilayah Bandar Lampung. Penelitian ini menggunakan metoda seismik Multi-channel Analysis of Surface Wave (MASW) aktif. Prinsip dasar metode MASW adalah menentukan kecepatan gelombang geser dari perlapisan batuan dekat permukaan (*subsurface*). Lokasi penelitian meliputi; (1). Kedaton yang mewakili zona pendidikan, perdagangan, dan fasilitas umum, (2). Kemiling yang mewakili zona perumahan, (3). Teluk Betung Utara yang mewakili zona pusat perkantoran/pemerintahan dan (4). Panjang mewakili zona industri. Pemilihan lokasi didasarkan pada level urgensi-nya terhadap kerawanan gempabumi berdasarkan klasifikasi jenis batuan bawah permukaan. Tahapan penelitian ini meliputi; (i). Pengukuran data pada empat lokasi tersebut, (ii). Pengolahan data meliputi edit geometri, FFT, picking kurva frekuensi vs phase-velocity, (iii). Perhitungan inversi Vs30 vs kedalaman, (iv). Analisis dan Kesimpulan. Berdasarkan hasil analisis data diperoleh kecepatan gelombang geser Vs30 rata-rata pada keempat wilayah tersebut antara lain; Kedaton (215 m/dtk), Kemiling (160 m/dtk) dan Panjang (135 m/dtk) yang diidentifikasi sebagai lapisan batuan endapan dan merupakan hasil pelapukan batuan yang belum mengalami kompaksi. Sedangkan wilayah Teluk Betung Utara dengan kecepatan gelombang geser sebesar 550 m/dtk diidentifikasi hanya memiliki lapisan top soil sangat tipis yang berada di atas batuan keras atau batuan kompak dan merupakan produk dari gunung Betung. Sehingga wilayah Kedaton, Kemiling dan Panjang yang mewakili zona fasilitas umum, perumahan dan industry merupakan wilayah yang memiliki resiko kerusakan tinggi saat terjadi gempabumi.

Kata kunci: MASW, gempabumi, amplifikasi, bencana, seismik

I. PENDAHULUAN

Bandar Lampung adalah salah satu kota di Indonesia yang sekaligus menjadi Ibu Kota Propinsi Lampung, merupakan kota terbesar dan terpadat ketiga di Pulau Sumatera. Secara geografis Bandar Lampung menjadi pintu gerbang utama pulau Sumatera sehingga memiliki andil penting dalam jalur transportasi darat dan aktivitas pendistribusian logistik dari Jawa menuju Sumatera maupun sebaliknya. Kota Bandar Lampung memiliki luas wilayah daratan 169,21 km² yang terbagi ke dalam 20 Kecamatan dan 126 Kelurahan dengan populasi penduduk 1.167.101 jiwa. Berdasarkan data kependudukan 2014, kepadatan penduduk sekitar

8.316 jiwa/km² dan diproyeksikan pertumbuhan penduduk mencapai 2,4 juta jiwa pada tahun 2030 (BPS Kota Bandar Lampung, 2016).

Kondisi geologi Kota Bandar Lampung yang masih dipengaruhi oleh *Sumatera Fault System* (SFS) dan aktivitas tektonik *subduction* lempeng Indo-Australia terhadap Eurasia juga tidak terlepas dari guncangan gempa yang di timbulkan oleh dua fenomena geologi tersebut. Sehingga Kota Bandar Lampung yang merupakan pusat jasa, perdagangan, dan perekonomian di provinsi Lampung perlu mengantisipasi segala dampak yang ditimbulkan oleh gempa tersebut. Salah satunya adalah dengan menentukan zona rawan guncangan gempabumi.

Multichannel Analysis of Surface Wave (MASW) adalah salah satu metode seismik yang digunakan untuk mengidentifikasi lapisan *subsurface* melalui analisis gelombang permukaan berdasarkan nilai kecepatan gelombang *shear* (gelombang geser). Secara umum metode MASW mengukur variasi kecepatan gelombang permukaan seiring dengan bertambahnya kedalaman.

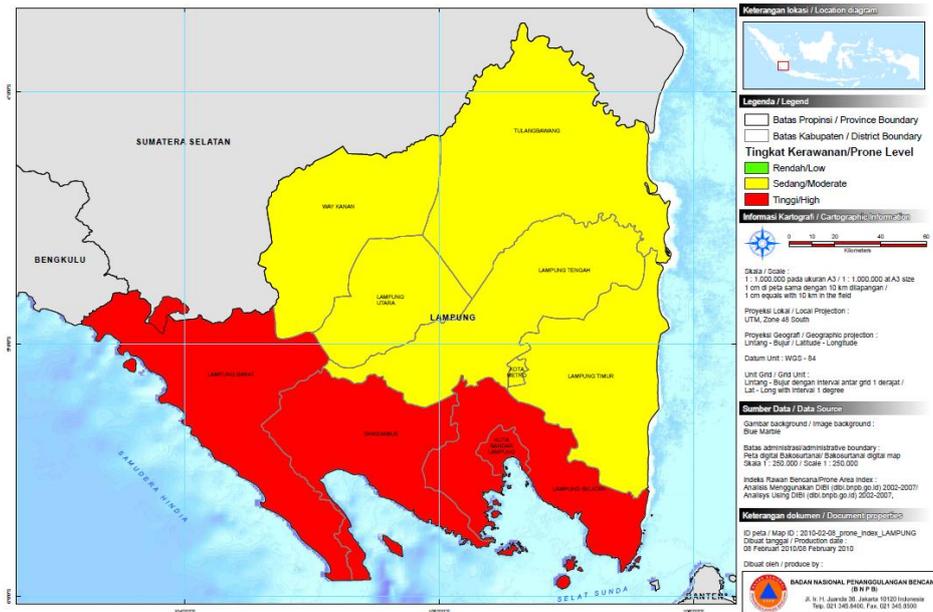
Metode MASW sangat populer dalam identifikasi zona-zona rawan guncangan *gempabumi*, dan diklasifikasi berdasarkan *site class* yang mengacu pada nilai kecepatan gelombang *shear* (V_{s30}) oleh National Earthquake Hazard Reduction Program (NEHRP, 1998). Aplikasi MASW telah diterapkan oleh banyak peneliti diantaranya Tokeshi dkk. (2013) melakukan analisis MASW untuk karakterisasi dan kepadatan tanah sebagai informasi penting dalam bidang geoteknik dalam mendesain bangunan tahan guncangan. Lin dkk. (2013) menerapkan metode MASW untuk memperkirakan tingkat bahaya *liquefaction* akibat *gempabumi*. Alberto dkk. (2011) melakukan kajian menggunakan HVSR (*horizontal to vertical spectral ratio*) dan MASW untuk menganalisis tingkat getaran pada lapisan *subsoil* di wilayah dataran rendah Puget negara bagian Washington.

USGS (2010) menerapkan metoda MASW dan menghitung variasi kedalaman V_{s30} sebagai acuan klasifikasi berdasarkan standar *site class*. Nolan dkk. (2013) melakukan penelitian MASW dan menghitung nilai frekuensi rendah yang dimanfaatkan untuk menggambarkan kecepatan anomaly yang berpotensi mengalami runtuh akibat penambangan garam. Park dkk. (2007) melakukan kajian MASW dengan mengkombinasikan MASW aktif dan pasif untuk meningkatkan akurasi dan kedalaman identifikasi lapisan batuan.

Sejalan dengan hal tersebut di atas, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi V_{s30} pada beberapa lokasi penting di Kota Bandar Lampung sebagai acuan dalam melakukan zonasi rawan bencana gempabumi. Diharapkan penelitian ini menjadi informasi penting dalam perencanaan pengembangan wilayah Kota Bandar Lampung.

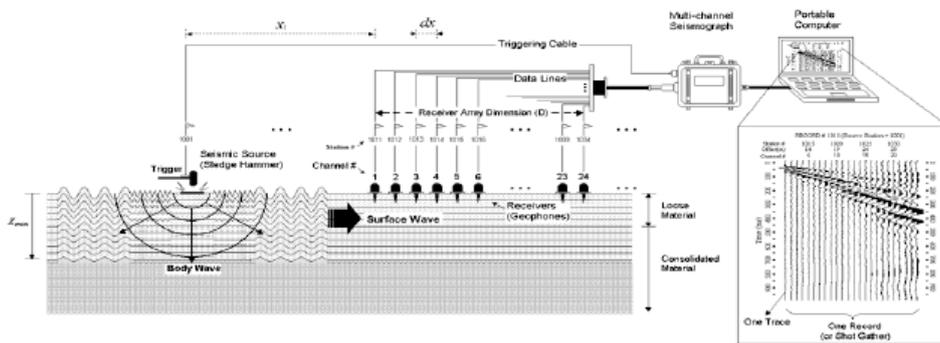
II. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian awal sebagai rangkaian kegiatan pembuatan peta zona rawan bencana gempabumi Kota Bandar Lampung berdasarkan analisis kecepatan gelombang geser. Sebagai langkah awal penelitian dilakukan pengukuran pada empat lokasi yaitu; Kedaton mewakili wilayah sarana dan fasilitas umum (mall, rumah sakit dan sarana pendidikan).



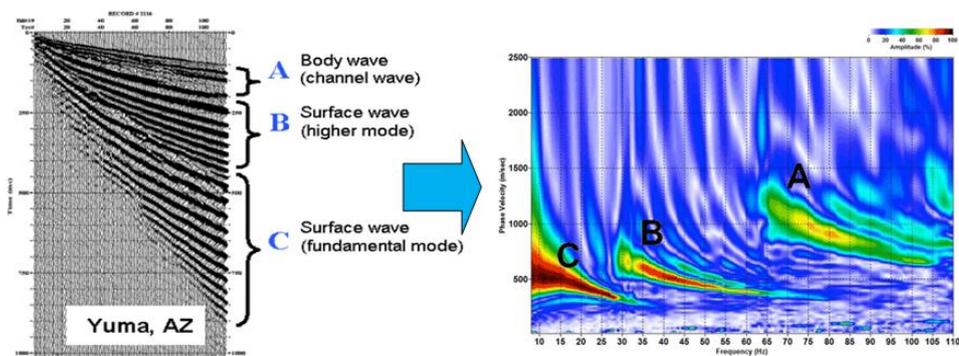
Gambar 1. Peta indeks rawan bencana di Propinsi Lampung (BNPB, 2010)

Teluk Betung Utara sebagai pusat pemerintahan (kantor Gubernur, DPRD, Polda Lampung, Diknas, Pengadilan Tinggi dan lain-lain). Panjang mewakili wilayah kawasan industri dan pelabuhan. Kemiling mewakili daerah kompleks perumahan dan pemukiman.



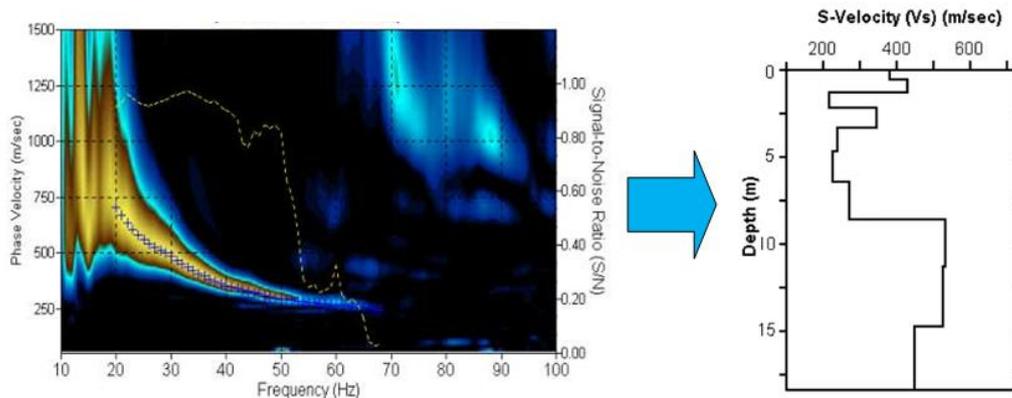
Gambar 2. Skema dan ilustrasi pengukuran MASW (KGS, 2007)

Pengukuran gelombang *shear* dilakukan menggunakan alat seismik DMT Summit II Plus, 24 *geophone* dengan jarak spasi *geophone* 5m. Sumber gelombang menggunakan *hammer 12lb*.



Gambar 3. Tahapan pengolahan data MASW (Park dan Miller, 2008; Luo dkk, 2008)

Data hasil pengukuran selanjutnya diproses dengan menerapkan *edit geometri*, transformasi Fourier dan *ploting* kurva dispersi. Selanjutnya dilakukan *picking* pada kurva dispersi untuk menghitung kecepatan gelombang *shear* dan kedalaman lapisan tanah/batuan.



Gambar 3. Perhitungan kurva disperse dan penentuan kedalaman lapisan batuan berdasarkan kecepatan gelombang Vs (KGS, 2007)

III. HASIL

Berdasarkan hasil pengolahan data di atas diperoleh variasi kecepatan gelombang geser dengan variasi 135-550 m/dtk untuk lapisan *top-soil*, dan 25-554m/dtk pada lapisan tanah di bawah *top-soil*. Selain itu, ketebalan *top-soil* juga bervariasi dari 5-12m. Frekuensi dominan dan perioda gelombang pada tipe lapisan sekitar 4.6-10.8Hz pada lapisan *top-soil* dan 1.0-11.1Hz pada lapisan di bawah *top-soil*. Perioda gelombang masing-masing lapisan sekitar 0.093-0.218dtk dan 0.09-0.96detik.

Preliminary result penelitian ini memberikan informasi seperti tabel berikut,

Tabel 1. Hasil pengolahan data

Wilayah	Vs30 (m/dtk)		Ketebalan (m)		Frek. Dominan (Hz)		Perioda (dtk)		Keterangan
	Top Soil	2nd layer	Top Soil	2nd layer	Top Soil	2nd layer	Top Soil	2nd layer	
Kedaton	215	25	5	6	10.8	1.0	0.093	0.960	stiff soil
Teluk Betung Utara	550	554	12	30	4.6	4.6	0.218	0.217	very dense soil and soft rock
Panjang	135	100	7	6	4.8	4.2	0.207	0.240	soft soil
Kemiling	150	133	6	3	6.3	11.1	0.160	0.090	soft soil

Klasifikasi *site class* NEHRP (1998) yang didasarkan pada kecepatan gelombang geser Vs30 memperlihatkan bahwa terdapat tiga *site class* pada lokasi penelitian meliputi *soft soil* (E), *stiff soil* (D) dan *very dense soil and soft rock* (C).

IV. DISKUSI

Secara umum keempat lokasi penelitian memiliki resiko bencana jika terjadi *gempabumi* di sekitar Kota Bandar Lampung. Berdasarkan nilai Vs30 wilayah Panjang dan Kemiling tergolong dalam *site class soft soil* yang merupakan lapisan tanah aluvium nonkompaksi. Tipe *site class* ini memiliki resiko bencana akibat guncangan gempa yang tinggi. Selain itu dengan nilai perioda 0.160dtk (Kemiling) dan 0.207dtk (Panjang) yang mengindikasikan terjadinya pengulangan guncangan gempa yang cukup tinggi.

Site class stiff soil di wilayah Kedaton sebagai endapan tanah kohesi rendah sampai sedang juga rentan dengan guncangan gempa akibat rendahnya gaya tarik menarik antar partikel tanah, ditambah nilai perulangan guncangan yang sangat cepat sekitar 0.96dtk. Wilayah Teluk Betung Utara dengan *site class very dense soil* dan *soft rock* cenderung memiliki top soil berupa endapan padat atau setengah padat yang tebal, hal tersebut dapat mengurangi resiko bencana guncangan jika terjadi *gempabumi*. Akan tetapi yang perlu diperhatikan adalah perioda 0.218dtk di wilayah ini bisa menjadi salah satu faktor terjadinya bencana akibat *gempabumi*.

Hal lain yang perlu dikaji lebih lanjut adalah keberadaan lapisan dengan nilai Vs30 yang rendah di bawah lapisan *top-soil*. Misalnya di wilayah Kedaton dengan Vs30 sebesar 25m/dtk pada layer dengan ketebalan 6m dapat menimbulkan dampak yang sangat merusak jika terjadi guncangan. Rendahnya kecepatan gelombang geser dapat diindikasikan akibat keberadaan lapisan yang memiliki pori yang tinggi sehingga berpeluang terjadinya *liquefaction* pada lapisan tersebut jika terjadi guncangan.

Jenis tanah yang lunak memiliki kecepatan gelombang *shear* yang rendah. Jenis tanah seperti ini biasanya adalah sedimen umurnya masih muda dan belum terkompaksi. Jika gelombang seismik melewati jenis tanah ini, gelombang tersebut akan mengalami amplifikasi yang cukup besar, sehingga bangunan yang berdiri di atasnya cenderung mengalami kerusakan yang lebih parah dibandingkan jika bangunan tersebut didirikan di atas lapisan batuan keras. Secara umum untuk investigasi geoteknik seperti perancangan konstruksi bangunan diharapkan senantiasa mempertimkan karakteristik Vs30.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Beberapa hal yang dapat disimpulkan pada penelitian ini adalah,

1. Wilayah Panjang dan Kemiling dengan nilai kecepatan gelombang *shear* 150m/dtk dan 135m/dtk memiliki resiko bencana yang tinggi terhadap guncangan jika terjadi *gempabumi* di sekitar Kota Bandar Lampung.
2. Wilayah Kedaton dengan nilai perioda gelombang 0.093dtk memiliki peluang terjadinya perulangan guncangan yang tinggi sehingga sangat beresiko terjadinya bencana,
3. Kecepatan gelombang *shear* sebesar 25m/dtk pada lapisan di bawah *top-soil* di wilayah Kedaton memungkinkan terjadinya *liquefaction* jika terjadi *gempabumi*.
4. Parameter kecepatan gelombang *shear* dapat dimanfaatkan sebagai acuan dalam melakukan perencanaan konstruksi bangunan yang akan didirikan pada wilayah rawan bencana *gempabumi*.

Penelitian ini akan dilanjutkan dengan melakukan penambahan lokasi pengukuran sehingga dapat dihasilkan peta zonasi rawan bencana *gempabumi*. Selain itu akan dilakukan korelasi terhadap hasil pengukuran HVSr. Diharapkan juga diperoleh data STP (*standart penetration test*) sehingga dapat meningkatkan akurasi penelitian MASW ini.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Pimpinan FT Univ. Lampung, Kepala Lab. Eksplorasi Geofisika FT Univ. Lampung, Kepala Lab. Prosesing dan Pemodelan Data Geofisika FT Univ. Lampung, PT. Spectrum Geosolution atas dukungan sarana dan prasarana dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

Alberto, D., Cakir, R. and Walsh, T.J., 2011, Testing Joint Application of HVSR Ambient Vibration Measurements and MASW Seismic Survey in the Puget Lowland and Coastal Area Washington, Washington State Department of Natural Resources.

Badan Pusat Statistik Kota Bandar Lampung, 2016, <http://bandarlampungkota.bps.go.id/>, diakses pada tanggal 15 Mei 2016.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2010, http://geospasial.bnpb.go.id/wp-content/uploads/2010/04/2010-02-08_prone_index_Lampung.pdf, diakses pada tanggal 15 Mei 2016.

Kansas Geological Survey (KGS), 2007, <http://www.kgs.ku.edu/software/surfseis/index.html>, diakses pada tanggal 15 Mei 2016.

Lin, C.P., Chang, C.C. And Chang, T.S., 2003, The use of Masw Method in the Assessment of Soil Liquefaction Potential, Department of Civil Engineering National Chiao Tung University, Taiwan.

Luo, Y.H., Xia, J.H., Miller, R.D., Xu, Y.X., Liu, J.P. and Liu, Q.S., 2008, Rayleigh-Wave Dispersive Energy Imaging Using a High-Resolution Linear Radon Transform: Pure and Applied Geophysics, 165, 903-922.

Nolan, J.J., Miller, R.D., Ivanov, J., and Peterie, S., 2013, Near-Surface Salt Dissolution Void Identification Using Passive MASW, Seg Houston Annual Meeting, Kansas Geological Survey, Lawrence.

Park, C. B. and Miller, R.D., 2008, Roadside Passive Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW): Journal of Environmental and Engineering Geophysics, 13, 1-11.

Park, C.B., Miller, R.D., Xia, J. and Ivanov, J., 2007, Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW) Active and Passive Methods, Kansas Geological Survey, Lawrence.

Tokeshi, K., Harutoonian, P., Leo, C.J. And Liyanapathirana, S., 2013, Use of Surface Waves for Geotechnical Engineering Applications in Western Sydney, Advances in Geosciences, European Geosciences Union.

USGS, 2011, Shallow Seismic Site Characterizations at 23 Strong Motion Station Sites in and Near Washington State, Washington State Department of Natural Resources.