

**INTEPRETASI NILAI KECEPATAN GELOMBANG GESER (V_s 30)
MENGUNAKAN METODE SEISMIK *MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE
WAVE (MASW)* UNTUK MEMETAKAN DAERAH RAWAN GEMPA BUMI DI
KOTA BANDAR LAMPUNG**

Syamsurijal Rasimeng*¹, Agung Laksono, Rustadi

¹*Jurusan Teknik Geofisika Fakultas Teknik*

Universitas Lampung

*e-mail: *¹syamsurijal.rasimeng@gmail.com*

ABSTRAK

Pulau Sumatra yang berbatasan langsung dengan Selat Sunda dan dilalui oleh ring of fire dan masih sering terjadi bencana alam khususnya gempa bumi. Untuk mengurangi resiko dan mengurangi dampak dari kerusakan gempa bumi perlunya untuk dilakukan mitigasi bencana gempa bumi dengan cara melakukan pemetaan daerah rawan gempa bumi di Kota Bandar Lampung. Mitigasi yang dilakukan adalah dengan cara melakukan pengukuran di sekitar Kota Bandar Lampung dengan menggunakan metode seismik MASW aktif. Metode MASW ini berguna untuk menentukan jenis batuan dan site class berdasarkan kedalaman nilai kecepatan gelombang geser dari perlapisan batuan yang berada pada permukaan. Proses metode ini dilakukan yang pertama adalah akuisisi data dilakukan pada 24 titik pengukuran yang tersebar pada Kota Bandar Lampung, kemudian dilakukan pengolahan data dari edit geometri data pengukuran, kemudian data dirubah ke domain frkuensi-kecepatan fasa dari domain waktu-jarak. Dilakukan picking kecepatan pada analisis spektrum kurva dispersi untuk mendapatkan nilai kurva dispersi. Kurva dispersi dilakukan inversi dan didapat nilai profil kecepatan gelombang geser 1D terhadap kedalaman. Nilai gelombang geser yang didapat menghasilkan site class dan bisa untuk identifikasi serta memetakan jenis tanah dan batuan di daerah tersebut

ABSTRACT

Sumatera Island which is directly adjacent to Sunda Strait and traversed by ring of fire and still happens often natural disasters especially earthquakes. To reduce risk and impact from earthquake damage it is necessary to do earthquake disaster mitigation by using mapping the earthquake-prone areas in Bandar Lampung City. Mitigation done by measuring around the City of Bandar Lampung by using the active MASW seismic method. MASW method is useful to determine rock type and site class based on depth of shear wave velocity value from rock bedding which in the surface. This method process is firstly done by data acquisition in 24 measuring point scattered in Bandar Lampung City, then data processing is done from measured data geometry editing, then the data changed to velocity-frequency phase from time-distance domain. Velocity picking done to dispersion curve spectrum analysis to get dispersion curve value. Dispersion curve inverted, and acquired 1D shear wave velocity value profile to depth. Shear wave value obtained and generate site class, it will be useful to identify and map soil type and rock type on that area.

Keywords : MASW, Shear Wave Velocity, Site Class.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Metode seismik adalah metode geofisika yang terdiri atas dua jenis gelombang yaitu gelombang tubuh (*body wave*) dan gelombang permukaan (*surface wave*). Cara kerja metode seismik adalah dengan melakukan penjalaran gelombang seismik kedalam bumi. Dewasa ini metode seismik digunakan sebagai penelitian yang berkaitan dengan geoteknik dan mitigasi bencana alam. Salah satu faktor yang diteliti dalam mitigasi bencana alam ini adalah kekakuan tanah (*soil stiffness*) dan pergerakan tanah (PGA). Pengukuran metode seismik untuk mitigasi bencana alam ini dengan menggunakan teknik metode (*multi-channel analysis of surface waves*) atau MASW. Metode MASW ini adalah metode yang memanfaatkan fenomena sifat dispersi gelombang permukaan, yaitu gelombang rayleigh untuk investigasi geoteknik berdasarkan nilai kecepatan gelombang shear (gelombang geser) dari perlapisan batuan yang berada didekat permukaan.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Memetakan kecepatan gelombang geser (V_{s30}) pada daerah penelitian dengan metode seismik MASW
2. Menginvestigasi *site class* tanah berdasarkan nilai kecepatan gelombang geser (V_{s30})
3. Mengidentifikasi wilayah rawan gempa bumi di Kota Bandar Lampung

1.3 Batasan Masalah

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data seismik 2d dengan menggunakan metode MASW.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Daerah penelitian ini berada di Wilayah Administrasi Kota Bandar Lampung,

Provinsi Lampung, yang berada pada kecamatan Teluk Betung Selatan, Kecamatan Tanjung Karang Pusat, Kecamatan Rajabasa. Secara stratigrafi penelitian ini berada pada Satuan Gunung Api Muda (Qhv) Terdiri dari lava andesit-basa, bereksi dan tuf. Lokasi daerah penelitian ini bisa dilihat pada **Gambar 1**.

3. TEORI DASAR

3.1 Gelombang Geser

Gelombang geser merupakan gelombang sebagai gelombang S yang berarti sekunder atau shear. Dinamakan gelombang sekunder karena kecepatannya lebih rendah dibandingkan dengan gelombang P (primer atau pressure). Dalam medium yang padat, gelombang geser menjalar dengan kecepatan antara 3-4 km/detik. Ketika menjalar di bawah permukaan, gelombang geser memberikan regangan geser pada material yang dilaluinya, sehingga dinamakan gelombang geser (Thompson dan Turk, 1997). Gelombang geser merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan kekuatan guncangan gempa, amplifikasi tanah, likuifaksi dan pemetaan kondisi bawah permukaan untuk kebutuhan bidang rekayasa (Xia dkk., 2000) dalam ASCE 2010 dan SNI 1726:2012, parameter kecepatan gelombang geser (V_s) sudah dimasukkan dan menjadi salah satu parameter dalam menentukan pengklasifikasian jenis tanah dan batuan.

3.2 $V_s 30$

V_{s30} merupakan kecepatan gelombang geser hingga pada kedalaman 30 m dari permukaan. Menurut Roser dan Gosar (2010) nilai V_{s30} ini dapat dipergunakan dalam penentuan standar bangunan tahan gempa. Nilai V_{s30} digunakan untuk menentukan klasifikasi batuan berdasarkan kekuatan getaran gempabumi akibat efek lokal serta digunakan untuk keperluan dalam perancangan bangunan tahan

gempa. V_{s30} merupakan data yang penting dan paling banyak digunakan dalam teknik geofisika untuk menentukankarakteristik struktur bawah permukaan hingga kedalaman 30 meter. hanya lapisan-lapisan batuan sampai kedalaman 30 m saja yang menentukan pembesaran gelombang gempa (Wangsadinata, 2006). Nilai V_{s30} dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan dibawah ini :

$$V_{s30} = \frac{\sum_i^m t_i}{\sum_i^m}$$

dimana :

- i : indeks pelapisan
- m : jumlah pelapisan hingga kedalaman 30 meter
- t_i : ketebalan lapisan ke i
- V_{s30} : kecepatan gelombang geser pada kedalaman 30 meter.

3.3 Metode MASW

Metode ini merupakan metode yang memanfaatkan fenomena dispersi gelombang permukaan yang bertujuan untuk mengevaluasi karakter suatu medium solid. Secara garis besar metode ini akan mengukur variasi kecepatan gelombang permukaan seiring dengan bertambahnya kedalaman. Panjang gelombang berhubungan dengan kedalaman, panjang gelombang akan berkurang seiring bertambahnya kedalaman. Pengukuran metode ini membutuhkan sumber seismik pasif dan atau aktif untuk menghasilkan gelombang permukaan dengan 12 sampai 24 *geophone*. *Geophone* tersebut akan menerima dan mengukur hasil rekaman yang ditimbulkan pada beberapa jarak dari sumber getaran, dimana tiap *geophone* mengandung banyak gelombang permukaan dengan masing-masing panjang gelombang yang berbeda-beda. Metode ini mempunyai banyak kelebihan dibandingkan dengan metoda seismik lainnya antara lain:

1. Non eksplosif, sehingga tidak merusak lingkungan
2. Lebih murah karena tidak perlu melakukan pengeboran
3. Alat sangat mudah dibawa dengan tenaga manusia
4. Dapat digunakan survei dangkal maupun mencapai ratusan meter
5. Mudah dalam menentukan persebaran nilai rata-rata V_{s30} untuk menentukan jenis tanah

Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada **Gambar 1**

4. METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Alat dan Perangkat

Adapun alat dan perangkat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. *Laptop*
2. *Software Easy MASW*
3. *Software Rockwork V.15*
4. *Software Microsoft Word 2010*
5. 1 Set Alat Seismik Beserta 24 *Geophone*, 12 Sensor
6. Plat Besi
7. *Garmin GPS Map*

4.2 Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 1 Agustus 2017 – 11 Agustus 2017 di Kota Bandar Lampung meliputi kecamatan Tanjung Karang Pusat, Tanjung Karang Barat, Teluk Betung Utara, Teluk Betung Barat, Bumi Waras, Rajabasa, sedangkan untuk pengolahan data dilakukan di Laboratorium Pengolahan dan Pemodelan data Teknik Geofisika, Universitas Lampung.

4.3 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian ini adalah :

1. Mulai penelitian dengan mempersiapkan alat-alat untuk melakukan akuisisi data.
-

2. Melakukan akuisisi data *MASW* dengan menggunakan 24 *geophone*, *time length* 1024 Ms, *sampling rate* 0,25 Ms, dengan menggunakan konfigurasi *off end*.
3. Melakukan edit geometri dengan memberi posisi pada source, jarak antar *geophone*, dan melakukan sortir pada sinyal.
4. Melakukan transformasi *fourier* untuk merubah domain waktu menjadi domain frekuensi.
5. Setelah merubah domain waktu didapat hasil fase *velocity* – frekuensi untuk melakukan analisis spektrum.
6. Melakukan picking kurva dispersi setelah mendapatkan fase *velocity*-frekuensi dan hasilnya kurva dispersi
7. Melakukan proses inversi dengan kurva dispersi dan mendapatkan hasil nilai *RMS error*. Berhasil atau tidaknya proses inversi ini bergantung pada nilai *RMS minimum*, bila nilainya besar maka tidak bisa dilakukan tahapan selanjutnya begitupun juga sebaliknya.
8. Setelah melakukan proses inversi didapat hasil profil *Vs* terhadap kedalaman. Dari hasil profil *Vs* bisa dilakukan proses pemetaan nilai persebaran *Vs30*.
9. Tahapan terakhir adalah interpretasi data yang dihasilkan dari pengolahan data *masw* ini.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan penelitian ini terbagi atas tiga tahapan yaitu : akuisisi data , pengolahan data dan interpretasi data.

5.1 Akuisisi Data

Tahapan akuisisi data untuk pengukuran ini dilakukan pada tanggal 1

Agustus 2017 – 11 Agustus 2017 di Wilayah Administrasi Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung, yang berada pada kecamatan Teluk Betung Selatan, Kecamatan Tanjung Karang Pusat, Kecamatan Rajabasa. Sebaran data pengukuran bisa dilihat pada **Gambar 2**.

Pada akuisisi data ini juga ketinggian elevasi pada daerah pengukuran berbeda-beda. Akuisisi data pengukuran Seismik ini menggunakan 1 Set Alat Seismometer yang terdiri dari 24 *Geophone* , 12 sensor , 1 Plat Besi , 1 Palu, Kabel, dan Laptop. **Gambar 3** menunjukkan alat seismometer dan laptop. Akuisisi data ini menggunakan konfigurasi *off end* dengan panjang bentangan 125 meter dengan jarak antar *geophone* sejauh 5 meter, *sampling rate* yang digunakan pada akuisisi ini adalah 0,25 ms dengan menggunakan konfigurasi *Off End*. Tahapan akuisisi data penelitian ini adalah Pertama tarik kabel sejauh panjang bentangan yaitu 125 meter, selanjutnya adalah memasang *geophone* yang dibarengi dengan memasang sensor dan aki yang sesuai dengan nomor urut dengan bentangan antar *geophone* sejauh 5 meter. **Gambar 4** merupakan tahapan pemasangan *receiver* , sensor dan aki.

Setelah semua dilakukan pemasangan langkah selanjutnya adalah menyambungkan palu dan plat besi terhadap trigger dan laptop, setelah dilakukan pemasangan palu dan plat besi terhadap trigger maka akan dilakukan pengukuran dengan memukulkan palu/*source* terhadap plat besi yang akan menimbulkan getaran yang akan diterima oleh *receiver* / *geophone*. Tahapan setelah dilakukan pengukuran melihat hasil pengukuran di laptop untuk melakukan *QC* (*Quality Control*) yang menghasilkan *trace*. **Gambar 5** menunjukkan persiapan sebelum melakukan pemukulan palu terhadap plat besi yang menjadi *source*.

5.2 Pengolahan Data

Pengolahan data lapangan dilakukan menggunakan *software EasyMASW* dari GeoStru dan Adapun tahapan pengolahan data lapangan sebagai berikut :

Pada pengolahan data terdapat tahapan analisis spektrum. Dimana tahapan ini meliputi dua tipe analisis spektrum yaitu spektrum *velocity vs frequency* dan *wave number vs frequency*. Pada tahapan ini juga kita melakukan picking kurva dispersi untuk memilih nilai *vs* dan frekuensi pada energi yang besar atau energi yang kuat.

Setelah dilakukan analisis spektrum diperoleh penampang bawah permukaan yang berupa kurva perbandingan nilai kecepatan gelombang geser (*Vs*) terhadap kedalaman yang bisa dilihat pada **Gambar 6**. Nilai profil 1D juga merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan rekayasa geoteknik untuk pembuatan bangunan, pembuatan jalan serta mitigasi bencana alam yang bisa diselaraskan dengan nilai kekakuan tanah. Selain itu analisis spektrum juga berperan penting untuk analisis batuan bawah permukaan. Dari kurva 1D menghasilkan nilai yang berbeda dari tiap-tiap lapisan untuk menentukan *site class*.

5.3 Interpretasi Data

Interpretasi data ini menggunakan *software Rockwork V.15* yang berguna untuk membantu membuat pemodelan 3D yang berdasarkan nilai *site class* yang dihasilkan dari kurva 1D pengolahan data.

Dimana kondisi topografi dan geomorfologi Kota Bandar Lampung memiliki beberapa variasi elevasi antara 0 (nol) meter s/d 200 meter. Elevasi rendah pada daerah pengukuran data lapangan di bagian selatan, barat daya, dan tenggara daerah penelitian. Sedangkan elevasi tinggi berada pada bagian daerah utara dan barat. Selain itu terdapat geomorfologi yang relatif datar di bagian tengah sampai timur daerah penelitian.

Secara umum kondisi topografi dan geomorfologi Kota Bandar Lampung dipengaruhi adanya Sesar Panjang yang memanjang dengan arah tenggara-baratdaya melewati Tarahan-Panjang-Teluk Lampung-Teluk Betung-Tanjung Karang-Way Halim-Rajabasa.

Produk yang bisa diamati secara langsung akibat keberadaan Sesar Panjang adalah adanya beberapa bukit yang tersebar di Kota Bandar Lampung. Gunung Betung di bagian barat Kota Bandar Lampung dan dataran rendah yang memanjang dari selatan ke utara dimulai dari Teluk Betung-Tanjung Karang-Way Halim-Rajabasa. Akibat keberadaan produk-produk tersebut juga berimplikasi pada sistem pengendapan tanah (*soil*) yang relatif berarah Barat-Timur dan Barat Laut-Tenggara. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi topografi yang bersesuaian dengan hasil perhitungan ketebalan tanah *site class* tanah tipe C menggunakan metode *MASW* di Kota Bandar Lampung.

Model Stratigrafi bisa dilihat pada **Gambar 7**. Model stratigrafi ini dibuat berdasarkan nilai kecepatan gelombang geser *Vs* terhadap kedalaman menunjukkan adanya variasi nilai kecepatan gelombang geser *Vs* di tiap lapisan. Bisa dilihat pada **Gambar 8** *site class* tanah S1 menyebar hampir di bagian timur sampai barat daya Kota Bandar Lampung, Sedangkan *site class* tanah D menyebar dari barat sampai timur laut Kota Bandar Lampung. Model stratigrafi Kota Bandar Lampung ini dibuat menggunakan *software Rockwork V.15*. Nilai maksimal *site class* S1 adalah 100 m/s dan nilai maksimal *site class* D adalah 180 m/s, Dimana nilai *Vs* tersebut menjadi bahan acuan untuk melakukan interpretasi nilai sebaran *Vs30* berdasarkan kategori *site class* yang dibuat untuk memodelkan nilai persebaran *Vs30* menjadi model kategori *site class* dan model 3D *site class*. Model tersebut bisa dilihat pada **Gambar 9**.

Model kategori *site class* dibuat berdasarkan nilai V_s tiap lapisan yang berdasarkan nilai profil V_s 1D yang terdiri atas enam lapisan yang mengacu berdasarkan lithologi dan stratigrafi di tiap lapisan. Rata-Rata pada setiap titik pengukuran lapisan pertama adalah lapisan *alluvium* dan lapisan *poor consistency* yang menyebar hampir merata di seluruh titik pengukuran. Dimana lapisan ini merupakan lapisan lunak yang terdiri dari *grain soils* dengan ketebalan lapisan 8 – 30 meter.

Untuk lapisan kedua sampai lapisan ke empat rata-rata lapisan tersebut *site class* tanah nya *site class C* , *Site class C* merupakan *site class* dengan nilai minimal 180 m/s dan maksimal 360 m/s dengan kandungan lapisan *medium dense soil* yang terdiri dari *coarse grain soils* dan *fine grain soils* dengan ketebelan sebesar 30 meter. Lapisan yang terakhir adalah lapisan yang ke lima dan ke enam pada umumnya *site class* nya adalah *site class B* dan A, Dimana *site class B* memiliki nilai minimal V_s nya adalah 360 m/s dan nilai maksimalnya adalah 800 m/s dengan kandungan lapisan *soft rock* yang terdiri dari *coarse grain soils* dan *fine grain soils* dengan ketebalan 30 meter. Sedangkan *site class A* memiliki nilai > 800 m/s dengan kandungan *very rigid soil* dan maksimal ketebalan nya 3 meter.

Dari hasil interpretasi dan pemodelan nilai sebaran V_{s30} dan mengacu berdasarkan peta geologi Tanjung Karang bahwa daerah penelitian yang berada di endapan gunung api muda (Qhv) dengan kandungan batuan lava (andesit-basal), tuf, dan breksi hasil endapan dari Gunung Betung yang merupakan daerah dengan elevasi tinggi yang berada di bagian barat Kota Bandar Lampung dengan rata-rata memiliki jenis tanah yang keras, Sedangkan di daerah penelitian yang berada di formasi Lampung (QTI) dengan mayoritas kandungan batuan tuf yang berada pada bagian selatan dan utara Kota Bandar

Lampung dengan jenis tanah lunak, Untuk daerah penelitian yang berada di Formasi Tarahan (Tpot) dengan batuan sisipan rijang , tuf , breksi terletak pada barat daya Kota Bandar Lampung dengan jenis tanah lunak. Dari jenis-jenis tanah yang berada di daerah penelitian ini tanah lunak memiliki nilai V_s dengan kecepatan yang rendah, Sedangkan tanah padat/keras memiliki nilai V_s dengan kecepatan tinggi.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapat pada penelitian ini adalah :

1. *Site class S1* yang berada pada timur dan selatan Kota Bandar Lampung dengan kandungan *alluvium* dengan variasi ketebalan yang tinggi.
2. *Site class B* dengan jenis tanah keras terletak pada titik pengukuran TB_15 dengan rata-rata nilai V_s 589,09 m/s dan *site class S1* dengan jenis tanah lunak terletak pada titik pengukuran KT_01 dengan rata-rata nilai V_s 223,16 m/s.
3. Daerah selatan Kota Bandar Lampung meliputi Kecamatan Teluk Betung memiliki tingkat kerawanan yang tinggi saat terjadi guncangan gempa bumi dikarenakan adanya lapisan *poor consistency*.

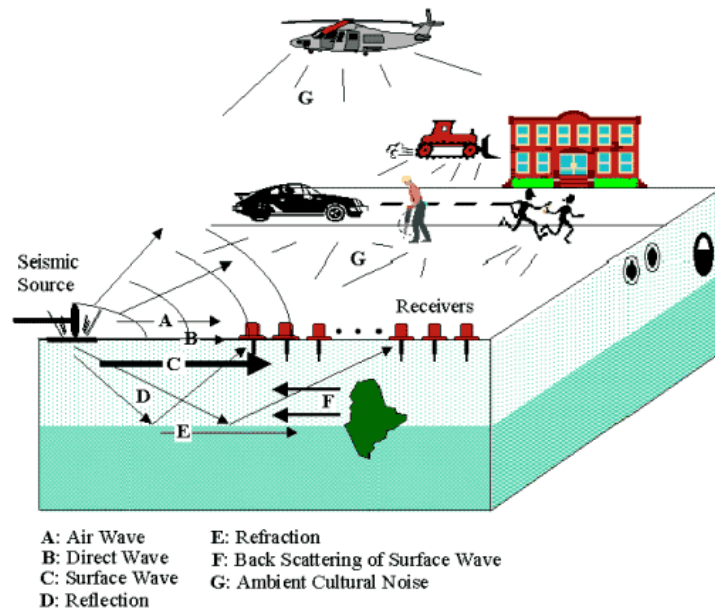
6.2 Saran

Saran dari penulis untuk penelitian ini adalah melakukan mitigasi bencana alam ada baiknya didukung oleh metode penelitian yang lain dan dilakukan pengukuran secara bertahap untuk melihat apakah ada perubahan terhadap bawah permukaan.

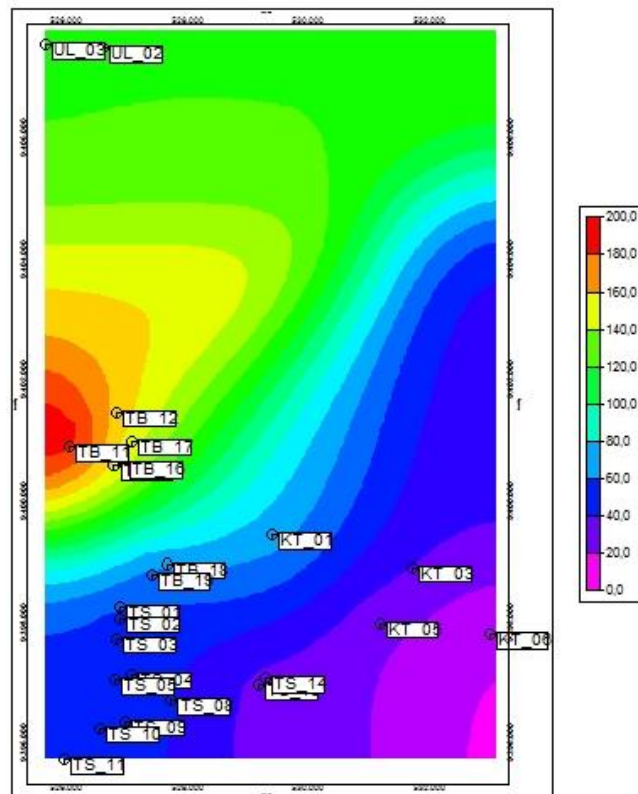
DAFTAR PUSTAKA

- Park, C.B., Miller, R.D., and Xia, J., 1999. *Multichannel analysis of surface waves*, Geophysics, Vol. 64, No. 3 (May-June 1999); P. 800–808 .
- Thompson, G.R., dan turk, J., 1997, *Introduction to Physical Geology*, Brooks Cole, Pp.
- Xia, J. Miller, R.D., dan Park, C.B (1999a). *Estimation of near-surface shear-wave velocity by inversion Rayleigh Wave: Geophysics* 64:691-700.
- Xia, J., R.D. Miller, C.B. Park, dan J. Ivanov. (2000). *Construction of 2-D vertical shear-wave velocity field by the multichannel analysis of surface wave technique: Proceedings of the Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems (SAGEEP 2000)*, Arlington, Va., February 20 -24, p. 1197-1206.
- Xia, J. Miller, R.D. Park, C.B. and Tian, G., 2003. "Inversion of high frequency surface waves with fundamental and higher modes", *Journal of Applied Geophysics*, vol.52, hal.45–57.
-

LAMPIRAN



Gambar 1. Gambaran umum survei metode MASW (Park dkk, 1999)



Gambar 2. Sebaran titik pengukuran



Gambar 3. Alat seismometer dan laptop



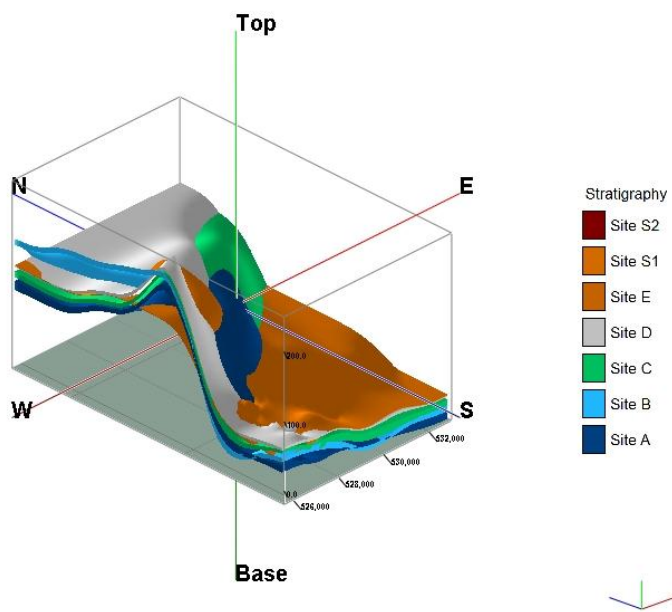
Gambar 4. Pemasangan aki dan sensor



Gambar 5. Trace yang dihasilkan setelah pengukuran



Gambar 6. Kurva 1D Vs 30



Gambar 7. Model Stratigrafi Kota Bandar Lampung

