KARAKTERISTIK TANAH DI DAERAH CEKUNGAN BANDUNG BERDASARKAN KECEPATAN GELOMBANG GESER (*Vs30*) DENGAN METODE MASW (*MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVE*)

Restilla Valeria*[1], Rustadi[1], Ahmad Zaenudin[1], Cecep Sulaeman[2]

[1]Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung
[2] Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi "PVMBG", Bandung

*email: restillavaleria@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penlitian metode *Multichannel Annalysis of Surface Wave* (*Vs*) di daerah Cekungan Bandung telah dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kelas tanah berdasakan analisa nilai *Vs* dalam pemetaan daerah dengan potensi mengalami kerusakan akibat dari bencana gempabumi. Nilai *Vs* diperoleh dari MASW dengan cara memanfaatkan dispersi gelombang permukaan *Rayleigh* dari 21 lokasi titik pengukuran dengan menggunakan 24 geopon (spasi antar geopon 2 meter). Hasil pengukuran *Vs* dari MASW dibandingkan dengan pengkelasan jenis tanah dari klasifikasi tanah menurut NEHRP tahun 1998 dan statigrafi berdasarkan tipe tanah Eurocode tahun 2005. Hasil Penelitian berdasarkan nilai *Vs* menunjukan bahwa tanah dilokasi penelitian daerah Cekungan Bandung dibagi menjadi dua kelas situs: Kelas E yaitu tanah lunak dengan nilai *Vs* antara 50 m/det hingga 183 m/det, dan Kelas yaitu tanah kaku dengan nilai *Vs* antara 183 m/det hingga 366 m/det. Bardasarkan sebaran nilai *Vs*, tanah di Cekungan Bandung didominasi oleh Kelas E, hal ini menjadikan daerah tersebut sangat rentan terhadap goncangan gempabumi.

ABSTRACT

A *Multichannel Analysis of Surface Wave* (MASW) method has been carried out in Bandung Basin area. The purpose of this research is to know the class of soil based on *Vs value* analysis in mapping area with the potential of damaged due to earthquake disaster. The *Vs value* is obtained from MASW by utilizing Rayleigh surface wave dispersion from 21 locations of measurement points using 24 geopons (spaced between geopons is 2 meter). The Vs measurement result from MASW were compared with the soil type classification of soil classification according to NEHRP in 1998 and Stratigraphy based on Eurocode soil type 2005. The research results based on the value *Vs* showed that the land in the research area in Bandung Basin is divided into two classes of sites: Class E is soft soil with a *Vs value* between 50 m/s up to 183 m/s, and Class D is a rigid ground with a *Vs value* between 183 m/s up to 366 m/s. Based on the distribution of *Vs values*, the soil in the Bandung Basin is dominated by Class E, making it particularly vulnerable to earthquake shocks.

Key words : Shear Wave Velocity, MASW, Bandung Basin

1. PENDAHULUAN

Wilayah Bandung hampir seluruhnya dikelilingi oleh gunung api berumur Kuarter yang membentuk cekungan, yang dikenal sebagai Cekungan Bandung atau *Bandung Basin*. Dan Bandung merupakan salah satu wilayah rawan bencana gempabumi di Jawa Barat. Struktur utama penyebab gempa tektonik yang terjadi di sekitar wilayah Bandung secara garis besar yaitu : sesar naik Centayan, sesar normal Lembang, sesar mendatar Cicalengka, dan sesar naik Padalarang (**Gambar 1**).

Salah satu upaya mitigasi bencana gempabumi yang dapat dilakukan adalah pemetaan zona rawan bencana berdasarkan indicator nilai kecepatan gelombang geser (*Vs*). Nilai tersebut digunakan untuk menafsirkan jenis tanah dengan metode MASW aktif. Sebab, kerusakan yang terjadi akibat guncangan gempabumi bergantung pada struktur bawah permukaannya (jenis lapisan tanah dibawah permukaannya).

Metode MASW atau Multichannel Analysis of Surface Wave ini, metode yang memanfaatkan sifat dispersi gelombang permukaan (*groundroll*). Gelombang permukaan yang digunakan adalah gelombang Rayleigh berdasarkan kecepatan gelombang *shear* dari perlapisan batuan yang berada di dekat permukaan. Kurva dispersi gelombang Rayleigh di inversi untuk memperoleh profil kecepatan gelombang geser. Kemudian, nilai *Vs* tersebut diklasifikasikan berdasarkan kisaran nilai *Vs* yang telah dibuat oleh *National Earthquake Hazard Reduction Program* (NEHRP, 1998) mengenai *site class.*

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fisiografi Daerah Penelitian

Kondisi tektonik atau stratigrafi regional daerah penelitian dapat dilihat dari pembagian Zona Fisiografinya pada **Gambar 2**, yaitu Zona Bandung. Zona Bandung merupakan zona depresi di daerah Jawa Barat yang berada di tengah struktur utama atau daerah yang dilewati oleh struktur utama yang berada di Jawa barat (Van Bemmelen, 1970) .

Zona Bandung memiliki lebar 20-40 km yang membentang dari Pelabuhanratu sampai ke arah Timur melalui Cianjur, Bandung hingga ke daerah Kuningan. Morfologi Zona Bandung sebagian besarnya adalah perbukitan curam yang dipisahkan oleh beberapa lembah yang cukup luas. Lembah tersebut adalah depresi diantara gunung yang diakibatkan oleh proses tektonik *depression* cukup besar, contohnya depresi Bandung dengan ketinggian 700-750 mdpl.

Zona Bandung memiliki batuan penyusun terdiri atas batuan sedimen berumur Neogen yang ditindih secara tidak selaras oleh batuan vulkanik berumur Kuarter hasil gunungapi yang membentuk barisan pada dataran rendah di daerah perbatasan. Batuan tersebut membentuk struktur lipatan besar yang disertai dengan pensesaran akibat proses tektonik yang kuat. Zona Bandung merupakan puncak dari Geantiklin Jawa Barat yang kemudian runtuh setelah proses pengangkatan berakhir (Van Bemmelen, 1949).

2.2 Morfologis Daerah Penelitian

Secara morfologis daerah penelitian terdiri atas Formasi Kosambi, Formasi Cibeureum, Formasi Cikapundung dan Vulkanik Tersier (**Gambar 3**).

Secara topografis daerah peneliatan Bandung adalah sebuah cekungan yang terbentuk dari danau purba Bandung,. Luas dari Cekungan Bandung mencapai 2.283 km²
administratif, yaitu Kota Bandung dan Kabupaten Bandung. Sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Sumedang, sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Garut, sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Cianjur , sebelah Utara berbatasan dengan Kabupaten Subang dan Kabupaten Purwakarta.

.

3. TEORI DASAR

3.1 Gelombang Seismik

Gelombang seismik merupakan gelombang yang menjalar di dalam bumi disebabkan oleh adanya deformasi struktur berupa tekanan ataupun tarikan karena salah satu sifat kerak bumi yaitu keelastisan. Gelombang ini kemudian menjalarkan ke segala arah di seluruh bagian bumi dengan membawa energi dan

mampu dicatat oleh seismograf (Siswowidjoyo dkk, 1997).

Berdasarkan tempat penjalarannya gelombang seismik dibedakan menjadi dua, yaitu *body wave* atau gelombang tubuh dan *surface wave* atau gelombang permukaan. Gelombang tubuh merupakan gelombang yang arah rambatnya masuk ke bawah permukaan bumi yang terdiri dari gelombang kompressional (longitudinal atau *P-wave*) dan gelombang geser (gelombang trabsversal atau *S-wave)*. Gelombang *P* memiliki ciri, dimana arah gerakan paertikel dalam medium bergerak searah dengan arah perambatan gelombangnya sedangkan gelombang S arah perambatan gelombang tegak lurus dengan gerak partikel dalam mediumnya. Pada gelombang permukaan, arah rambatan gelombang hanya terjadi pada batas permukaan medium saja. Gelombang permukaan berdasarkan dari sifat gerakan partikel media elastic merupakan gelombang kompleks dengan amplitudo besar dan frekuensi rendah yang menjalar karena adanya efek *free surface* dan perbedaan sifat elastik. Gelombang permukaan dibagi menjadi dua jenis yaitu gelombang *Rayleigh* dan gelombang *Love* (Telford dkk, 1976).

3.2 Dispersi Gelombang Rayleigh

Gelombang permukaan digunakan untuk mendapatkan kecepatan gelombang geser sebagai fungsi kedalaman. Selanjutnya, nilai kecepatan gelombang geser digunakan untuk mengetahui sifat struktur bawah permukaan, misalnya porositas, densitas, saturasi air dan jenis batuan. Sejak tahun 1980-an, gelombang permukaan dimanfaatkan untuk mencitrakan struktur bawah permukaan karena mudah dan diaplikasikan pada karakterisasi geoteknik, yaitu gelombang Rayleigh. Sebab gelombang Rayleigh mempunyai sifat yang unik, dimana gelombang akan mengalami disperse pada setiap perambatan gelombangnya yang melewati batas lapisan material bumi.

Kecepatan gelombang Rayleigh yang terukur dalam pengukuran MASW sangat merepresentasi kecepatan gelombang geser, karena kecepatan fase gelombang Rayleigh sekitar 92% dari kecepatan gelombang geser. Perhitungan kecepatan gelombang geser dilakukan dengan menganalisa sifat dispersi dari gelombang Rayleigh yang terdapat dalam data seismik yang direkam selama survey dilakukan (Stokoe dkk, 1994).

3.3 *Tranformasi Fourier*

Transformasi *Fourier* merupakan metode analisis spektral yang bertujuan agar sinyal yang diperoleh dalam domain waktu diubah menjadi domain frekuensi. Hal ini dilakukan karena perhitungan lebih mudah dalam domain frekuensi dibandingkan dengan domain waktu. Dan juga fenomena geofisika berkaitan erat dengan frekuensi, sehingga frekuensi menjadi parameter penting dalam menjelaskan fenomena.

3.4 Pengaruh Efek Lokal Terhadap Gempa

Karakterisasi efek lokal dan getaran tanah diperlukan dalam mitigasi bencana gempabumi, karena kerusakan bangunan yang terjadi tergantung dari struktur bawah permukaannya. Gelombang gempa akan menjalar dari kecepatan tinggi (*basement*) ke kecepatan rendah (sedimen), dan multirefleksi terjadi pada sedimen, sehingga mengakibatkan amplifikasi gelombang. Amplifikasi gelombang menyebabkan kerusakan pada lapisan tanah, karena adanya gelombang yang terjebak pada lapisan lunak, apabila gelombang mempunyai frekuensi relatif sama, maka akan menimbulkan resonansi (penguatan gelombang gempa), sehingga memberikan eferk kerusakan pada bangunan yang berdiri di atasnya. Faktor amplifikasi dipengaruhi oleh densitas batuan dan kecepatan gelombang geser (*Vs*) :

Dimana *Am* adalah amplifikasi, ρ_o adalah densitas *basement,* V_o *adalah* kecepatan gelombang pada basemen, ρs adalah densitas sedimen dan *Vs* adalah kecepatan gelombang geser pada sedimen. Hubungan dari frekuensi resonansi dengan kecepatan gelombang geser dirumuskan sebagai berikut :

dimana *Fn* adalah frekuensi resonansi, *Vs* adalah kecepatan gelombang *S* dan *H* adalah ketebalan sedimen.

3.5 MASW (*Multichannel Analysis of Surface Wave*)

Metode MASW juga mampu menghitung nilai kecepatan gelombang geser (*Vs*) berdasarkan kecepatan gelombang permukaan *Rayleigh*. Gelombang permukaan *Rayleigh* akan lebih mudah diamati menggunakan peralatan seismik dengan geophone vertikal, karena sifat *ground roll* daripada gelombang *Rayleigh*. Sebanyak 2/3 energi seismik yang diberikan akan membentuk gelombang *Rayleigh* sehingga gelombang seismic akan menampung sebagian besar energi seismik (Heisey dkk., 1982).

Kecepatan gelombang *Rayleigh* (*Vs*) yang terukur dalam pengukuran MASW akan sangat merepresentasi kecepatan gelombang geser, karena kecepatan fase pada gelombang *Rayleigh* sekitar 92% dari kecepatan gelombang geser (Stokoe dkk, 1994). Perhitungan kecepatan gelombang geser (*Vs*) dilakukan dengan menganalisa sifat dispersi dari gelombang *Rayleigh* yang terdapat dalam data seismik yang terekam selama survey. Profil kecepatan gelombang geser terhadap kedalaman dan hubungan dengan modus geser dapat dihitung menggunakan persamaan :

Dimana *Vs* adalah kecepatan gelombang geser, μ adalah modulus geser tanah dan ρ adalah densitas tanah. (Park dkk, 1997) menyatakan bahwa perubahan nilai densitas terhadap kedalaman biasanya kecil apabila dibandingkan dengan perubahan modulus geser.

Penelitian pencitraan gelombang permukaan dengan tujuan lain juga sudah dilakukan, yaitu untuk menganalisis batuan dangkal di daerah Selatan Rowo Jombor, Bayat untuk mengetahui kenampakan struktur dangkal dan pengaruhnya terhadap kerusakan akibat gempa Jogjakarta yang terjadi pada bulan Maret 2006 yang lalu (Hartantyo dan Hussein, 2009).

3.6 Modulus Geser

Kecepatan gelombang geser (*Vs*), modulus geser (*G*) dan rasio redaman (*D*) adalah parameter penting dan diperlukan dalam analisis respon dinamik tanah. Penentuan parameter dinamik tanah dapat diperoleh dari pengujian lapangan dengan metode seismik seperti *cross-hole*, *down-hole*, *spectral analysis of surface wave* (SASW) dan *multichannel analysis of surface wave* (MASW). SASW dan MASW merupakan metode seismik non-destruktif yang digunakan untuk merekam perambatan gelombang permukaan. Sifat kekakuan dari tanah (lapisan) dapat dinilai dari kecepatan gelombang geser, sebab keduanya menunjukkan hubungan yang elastik linier. Nilai kecepatan gelombang geser yang semakin besar, maka akan semakin besar juga nilai kekakuan tanahnya yang mengidentifikasikan semakin keras dan padat lapisannya. Kecepatan gelombang geser (*Vs*) hanya berkaitan dengan kekakuan dari struktur tanah, sedangkan untuk pengaruh tingkat kejenuhan tanahnya lebih berkaitan dengan kepadatan tanah. Semakin rendah tingkat

kejenuhan tanah, maka akan semakin tinggi nilai *Vs* dan *G* (Park dkk, 1999).

Perambatan getaran yang terjadi selama gempabumi berlangsung akan menyebabkan tegangan geser siklik pada elemen tanah. Modulus geser tanah adalah salah satu parameter tanah yang harus diketahui untuk mengetahui penjalaran getaran akibat gempabumi (Edy, 2008). Parameter dinamis tanah modulus geser dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

dimana G_{max} adalah modulus geser, ρ adalah kerapatan massa dan *Vs* adalah kecepatan gelombang geser.

3.7 Kecepatan Gelombang Geser(*Vs30*)

Vs30 adalah kecepatan gelombang geser hingga pada kedalaman 30 meter dari permukaan tanah. Nilai V_{s30} dipergunakan dalam menentukan standar bangunan tahan gempa dan digunakan untuk penentuan klasifikasi batuan berdasarkan kekuatan getaran dari gempabumi akibat efek lokal. Hal tersebut karena lapisan-lapisan batuan sampai kedalaman 30 meter saja yang menentukan pembesaran gelombang gempa (Wangsadinata, 2006).

$$\frac{\sum}{\sum}$$

Dengan V_{s30} adalah kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 meter, *i* adalah indeks pelapisan, *m* adalah jumlah lapisan hingga kedalaman 30 meter, dan t_i adalah ketebalan lapisan ke-*i*.

4. METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), Bandung, yang dilaksanakan pada tanggal 14 Agustus sampai dengan 13 Oktober 2017, dengan judul "Karakteristik Tanah di Daerah Cekungan Bandung Berdasarkan kecepatan gelombang geser (*Vs30*) dengaN metode MASW (*Multichannel Analysis of Surface Wave*)".

4.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder hasil pengukuran tim peneliti PVMBG, Bandung sebanyak 21 titik di daerah Cekungan Bandung.

4.3 Tahapan Pengolahan Data

Proses Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software* SeisImager.Inc modul **Pickwin** dan **WaveEq.**

4.3.1 Edit Geometri

Edit geometri pada *raw* data, edit geometri dilakukan untuk menyesuaikan antara konfigurasi pengolahan data dengan data pengukuran pada saat dilapangan.

4.3.2 *Phase Velocity - Frequency Tranformation*

Untuk menentukan antara batas frekuensi dengan batas kecepetan fasa agar diperoleh spektrum kurva dispersi mode dasar. Dan pada proses ini data pengukuran yang sebelumnya berupa domain waktu – jarak atau *offset* (x-t) diubah menjadi domain kecepatan fasa (f-v) – frekuensi.

4.3.3 *Picking Spectrum Curve*

Picking pada kurva spektrum dilakukan pada warna biru atau warna yang menunjukkan korelasi energi amplitudo tinggi, , karena metode MASW ini memanfaatkan gelombang Rayleigh dan gelombang tersebut memiliki energi

atau amplitudo tinggi. Hasil dari proses ini berupa kurva dispersi yang menggambarkan perubahan kecepatan fasa terhadap frekuensi gelombang.

4.3.4 Inversi

Inversi dengan basis iterasi, yang akan merubah nilai kecepatan gelombang geser, sedangkan ketebalan, sedangkan kedalamannya tetap atau tidak mengalami perubahanan. Metode *last square* adalah metode yang digunakan untuk melakukan inversi berbasis iterasi secara otomatis. Hasilnya berupa profil kecepatan gelombang S. Kecepatan rata-rata dari gelombang S sampai kedalaman 30 meter (*Vs*30), yang berupa *regolith.*

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Profil *Vs30*

Menurut Yeluru dkk pada tahun 2013 bahwa ada beberapa asumsi mengenai profil *Vs* 1 dimensi berdasarkan model dari berbagai jenis *regolith* nya. *Regolith* merupakan bahan induk pembentuk tanah yang berasal dari batuan lapuk. Asumsi jenis *regolith* berdasarkan profil 1D dibagi menjadi 4 kasus seperti pada **Gambar 4**.

Pada regolith dengan kasus 1 diatas mempresentasikan ideal setengah ruang homogen, menggambarkan daerah titik 14 memiliki tipe jenis tanah atau lapisan batuan dari permukaan tanah sampai kedalaman 30 meter berjenis sama, yaitu *soft soil* atau tanah lunak dengan nilai *Vs* 52 $^{m}/_{s}$.

Profil *regolith* kasus 2 ada 7 titik yaitu titik 1, 4, 5, 6, 16, 17, 18 . Profil *regolith* termasuk jenis biasa atau umum dimana kekakuan meningkat dengan bertambahnya kedalaman dan nilai kecepatan gelombang gesernya pun meningkat atau semakin besar. Jadi dapat di simpulkan kekompakan lapisan batuannya semakin dalam semakin kompak atau padat. Sebaliknya jika nilai kecepatan gelombang gesernya semakin kecil maka kekakuan lapisan batuannya akan semakin kecil (lunak) semakin dalam.

Profil *regolith* kasus 3 dan kasus 4 ini, di titik 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15 dan 20 menunjukan kondisi dimana, suatu lapisan lunak terperangkap diantara dua lapisan kaku (lebih padat). Sedangkan pada titik 19 dan titik 21 menunjukan kondisi dimana lapisan kaku terperangkap diantara dua lapisan lunak.

5.2 Analisa Kecepatan Gelombang Geser S pada Lapisan Pertama

Dari hasil pengolahan data 1 dimensi yang dilakukan, nilai *Vs*30 di seluruh daerah penelitian dengan mengacu pada klasifikasi tanah oleh NEHRP 1998 (**Tabel 1**). Tipe tanah daerah penelitian hampir seluruh wilayah penelitian, menunjukan bahwa jenis tanah daerah penitian terbagi menjadi dua jenis yaitu *soft soil* (*Vs* < 183) dan *stiff soil* (183 < *Vs* ≤ 366). Lapisan tanah dibawah daerah penelitian didominasi oleh jenis tanah *soft soil* dengan nilai *Vs* 52 $^{m}/_{s}$ sampai dengan 175,9 $^{m}/_{s}$, jenis tanah ini berada di tengah-tengah daerah penilitian.

Statigrafi tanah daerah penelitian diuraikan pada **Tabel 2** yaitu berdasarkan *Eurocode* (2005). Daerah penelitian hampir memiliki tipe tanah kelas D yaitu jenis tanah sedang, endapan tanah dengan kohesi rendah sampai sedang yang menyebar hampir di seluruh Cekungan Bandung. Dan tipe tanah kelas E yaitu berjenis tanah lunak, lapisan tanah yang terdiri atas alluvium pada permukaan tanah dengan nilai *Vs* pada tipe c dan d ketebalan bervariasi antara 5 m dan 20 m, dibawah tanah ini berupa material keras. Daerah Cekungan Bandung yang termasuk kategori tipe tanah D dan E berdasarkan nilai *Vs30* ditunjukan pada **Gambar 5** dan **Gambar 6.**

Secara keseluruhan hasil penelitian dari nilai *Vs* yang diperoleh, bahwa pada lapisan pertama di daerah penelitian (dari permukaan tanah sampai kedalaman 3,7

meter) didominasi oleh tanah dalam klasifikasi jenis tanah dengan nilai *Vs* relatif rendah dengan sedimen yang tebal (material kurang kompak). Sehingga apabila terjadi gempabumi akan mudah terjadi resonansi gelombang. Seperti yang telah diketahui bahwa getaran yang disebabkan oleh gempa cenderung membesar pada tanah lunak dibandingkan pada tanah keras. Sebab tanah lunak akan memberikan respon getaran yang lebih tinggi ketika sedang gempa bumi terjadi.

Jenis tanah lunak akan menimbulkan amplifikasi atau penguatan terhadap getaran yang terjadi, sehingga bangunan yang berada didaerah tersebut mudah mengalami kerusakan ketika gempa terjadi. Nilai *Vs* yang rendah merupakan indikasi dari tanah yang lemah, yaitu tanah yang rentan terhadap dampak gempa yang akan dirasakan

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Nilai *Vs30* yang diperoleh dari pengolahan 1D menunjukan daerah penelitian memiliki *Vs30* rendah kurang dari 183 m/s, yang merupakan jenis tanah lunak dan ini dapat menyebabkaan daerah penelitian memiliki resiko terhadap goncangan gempabumi.
2. Dilihat dari peta kontur nilai persebaran *Vs* pada lapisan pertama hingga kedalaman 3,7 m, daerah dengan *Vs* paling kecil (< 51,8 m/s) berada dititik 14 yaitu daerah Baleendah, sedangkan daerah dengan *Vs* paling tinggi di daerah titik 6 yaitu Cangkuang (*Vs* 153,6 m/s), serta titik 20 yaitu Cangkuang Wetan (*Vs* 187,5 m/s)
3. Daerah penelitian dibagi menjadi 2 tipe jenis tanah yaitu kelas E *soft soil* (*Vs*<183) yang mendominasi hampir keseluruhan daerah penelitian, dan kelas D *stiff soil* (*Vs* 183,01-366). Hal ini meyebabkan daerah penelitian rentan kerusakan akibat gocangan apabila terjadi gempabumi, karena daerah tersebut akan mengalami amplifikasi tinggi (penguatan gelombang gempa yang tinggi).
4.

6.2 Saran

Saran untuk pengembangan, diharapkan agar melakukan penelitian lanjutan lebih detil untuk memperoleh jenis litologi dan karakter mekanik tanah.

DAFTAR PUSTAKA

Bemmelen, R.W. Van., 1949. *The Geology of Indonesia*. Vol I-A,General Geology, The Haque, Martinus Nijhoff.

Bemmelen, R.W. Van., 1970, *The Geology of Indonesia Vol. IA General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes Second Edition*, The Hague, Belanda.

Hartantyo, dan S. Hussein., 2009. *Pemetaan Kecepatan Gelombang Shear (Vs) di Selatan Rowo Jombor berkaitan dengan Potensi Kerusakan Akibat Gempa*. Dipresentasikan pada International Conference on Geology of the Southern Mounthains of Java, Phoenix Hotel, Jogjakarta.

Heisey, J. S., Stokoe II, K. H., dan Meyer, A. H., 1982, *Moduli Of Pavement Systems Fromspectral Analysis Of Surface Waves*. Transportation Research Record No. 852, 22-31.

NEHRP. 1998. *Site Classifications Taken from Table 1615 1.1 Site Class Definitions published in 2000 International Building code.* International Code Council, Inc. on page 350.

Park, C. B., Miller, R. D., dan Xia, J., 1997, *Multi-Channel Analysisof Surface Waves (MASW) "A summary report of technical aspects, experimental results, and perspective.*, Open-file Report #97-10, Kansas Geological Survey.

Park, C.B., Miller, R.D., dan Xia, J., 1999. Multichannel Analysis of Surface Waves. *Geophysics*, Vol. 64, No. 3 (May-June 1999); P. 800–808, 7 Figs.

Purwanto, Edy., 2008. *Nilai Modulus Geser Tanah Berdasarkan Rumus Hardin & Drnevich (1972) dan Menard (1965) dari Uji LaboratoriumI*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Siswowidjoyo, S.U., Sudarsono F., dan Wirakusumah, A.D., 1997. The Threat Of Hazards In The Semeru Volcano Region In East Java, Indonesia. *Jurnal Of Asian Earth Sciences*, Vol. 15 Nos 2 -3, pp. 185 – 194.

Stokoe II, K. H., Wright, G. W., James, A. B., dan Jose, M. R., 1994. *Characterization of Geotechnical Sites by SASW Method, in Geophysical Characterization of Sites*. ISSMFE Technical Committee #10, edited by R. D. Woods, Oxford Publishers, New Delhi.

Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., dan Keys, D.A., 1976. *Applied Geophysics.* London: Cambridge University Press.

Wangsadinata, W., 2006. *Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Berdasarkan SNI 1726-2002*. Shortcourse HAKI 2006. Jakarta.

Tabel 1. Klasifikasi tanah menurut (NEHRP,1998)

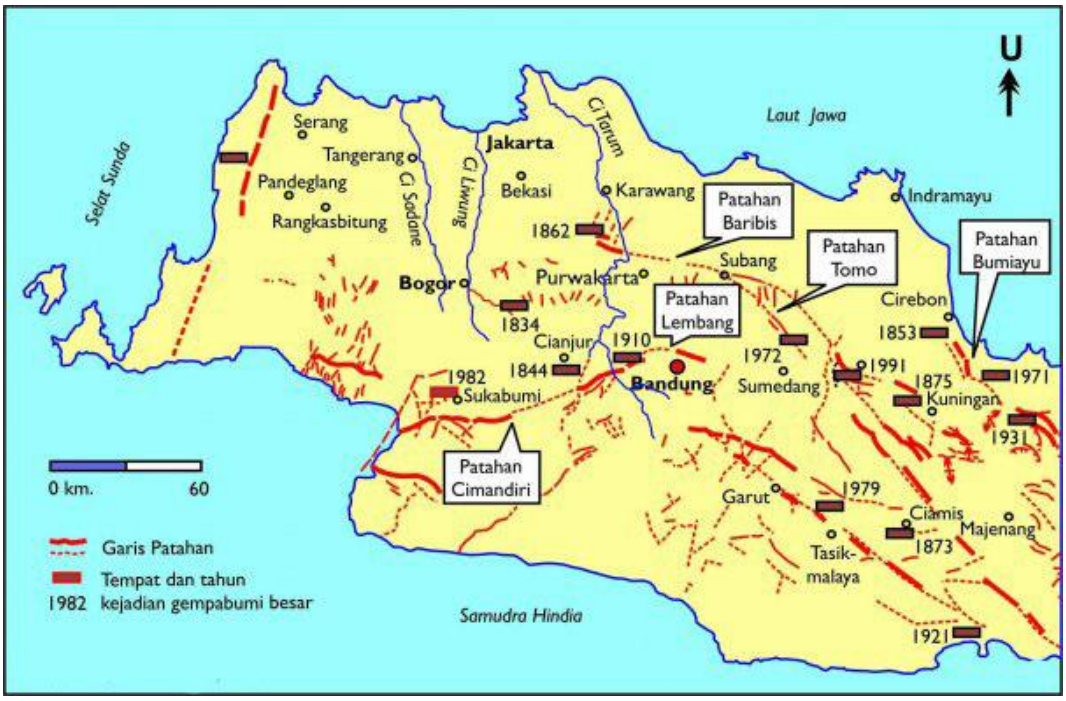
Site Class	*Soil Profile Name*	*Average Properties in Top 100 feet (as per 2000 IBC section 1615.1.5) Soil Shear Wave Velocity, Vs*	
		Feet/second	*Meters/second*
A	*Hard rock*	$V_s > 5000$	$V_s > 1524$
B	*Rock*	$2000 < V_s \leq 5000$	$762 < V_s \leq 1524$
C	*Very dense soil and soft rock*	$1200 < V_s \leq 2500$	$366 < V_s \leq 762$
D	*Stiff soil profile*	$600 < V_s \leq 1200$	$183 < V_s \leq 366$
E	*Soft soil profile*	$V_s < 600$	$V_s < 183$

Tabel 2. Statigrafi berdasarkan tipe tanah *Eurocode* (2005)

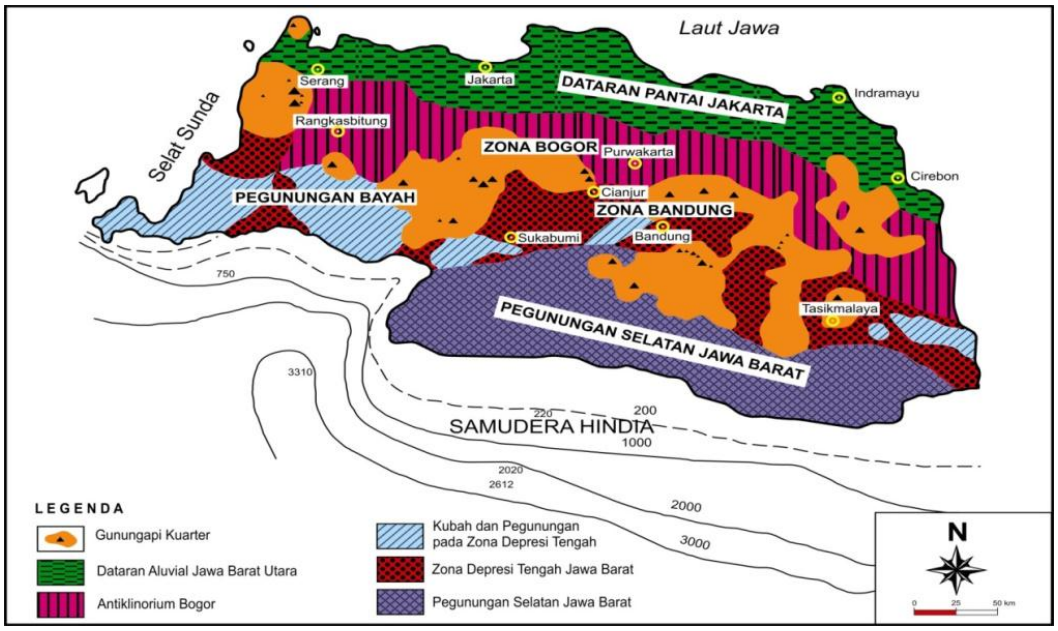
Tipe Tanah	**Uraian Gambaran Statigrafi**
A	Batuan atau formasi batuan lainnya
B	Endapan *sand* atau *clay* yang sangat padat, *gravel* pada ketebalan beberapa puluh meter,ditandai dengan peningkatan sifat mekanik terhadap kedalaman
C	Endapan *sand* padat atau setengah padat yang sangat tebal, *gravel* atau *clay* padat hingga ketebalan beberapa puluh meter hingga ratusan meter.
D	Endapan tanah kohesi rendah sampai sedang, atau terutama pada tanah kohesi rendah
E	lapisan tanah terdiri atas alluvium pada permukaan tanah dengan nilai *Vs* pada tipe c dan d ketebalan bervariasi antara 5 m dan 20 m, dibawah tanah ini berupa material keras dengan *Vs > 800* m/s

Tabel 3. Nilai *Vs* daerah Cekungan Bandung

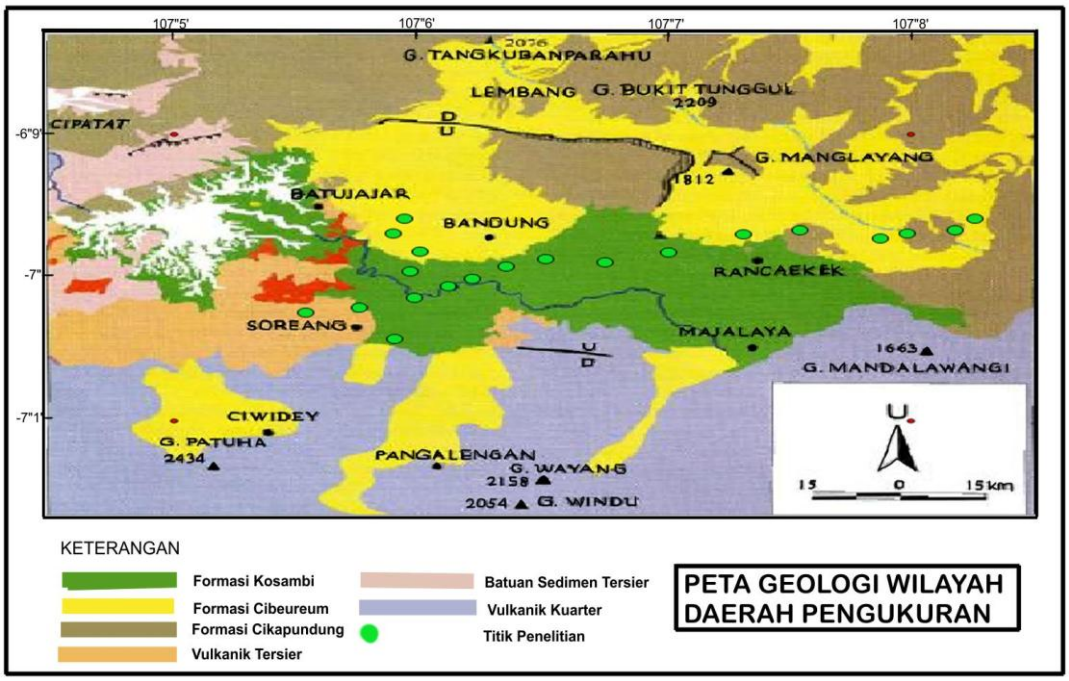
Vs (m/s)	Tipe Tanah	Profil Tanah	Nama Desa
183,01 - 366	D	*Soft Soil*	Dayeuh Kolot,
< 183	E	*Stiff Soil*	Gandasari, Bojongloa Kidul, Sukamenak,Rancamanyar, Malakasari, Balendaah, Sindanggalih, Nanjung Mekar, Cangkuang, Linggar, Rancaekek Wetan, Cileunyi Wetan, Tegal luar, Buahbatu, Lengkong, Bojongsoang, Balendaah, Sukasari, Rancatungku, Cankuang Wetan, Tarajusari.



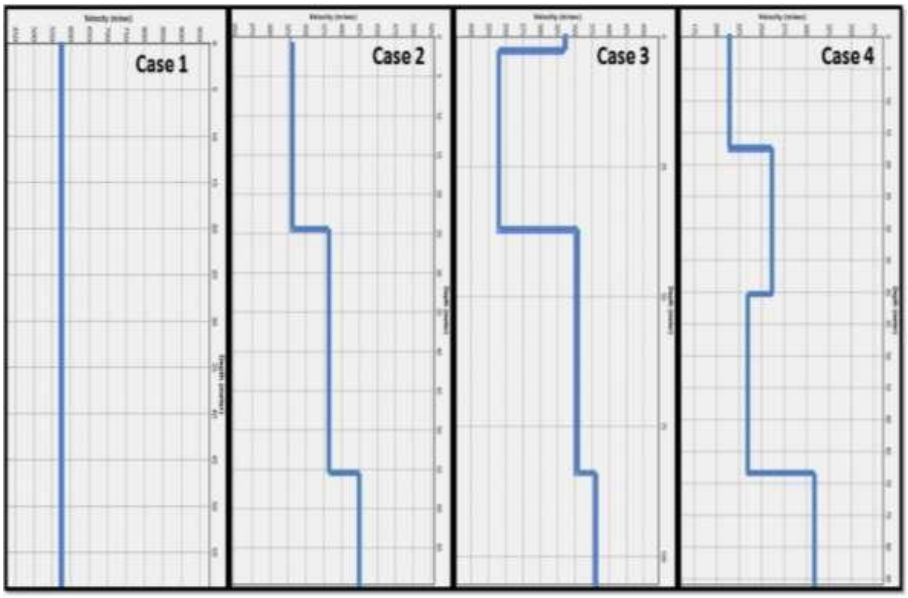
Gambar 1. Patahan di Jawa Barat (Engkon, 2006)



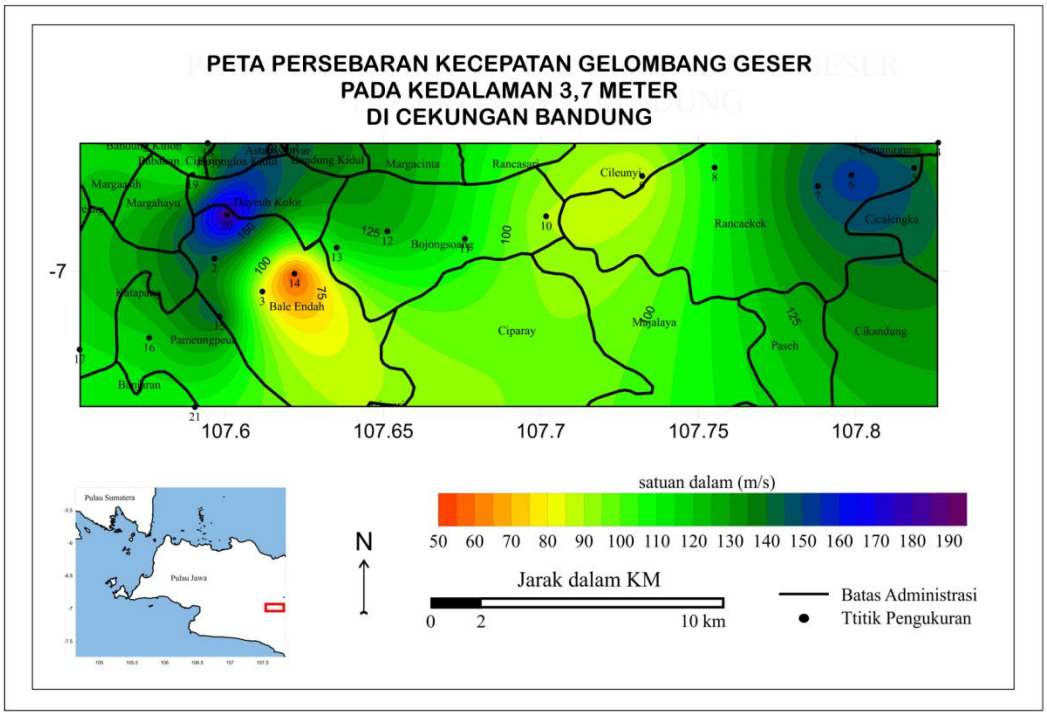
Gambar 2. Fisiografi Jawa Barat (Van Bemmelen, 1949).



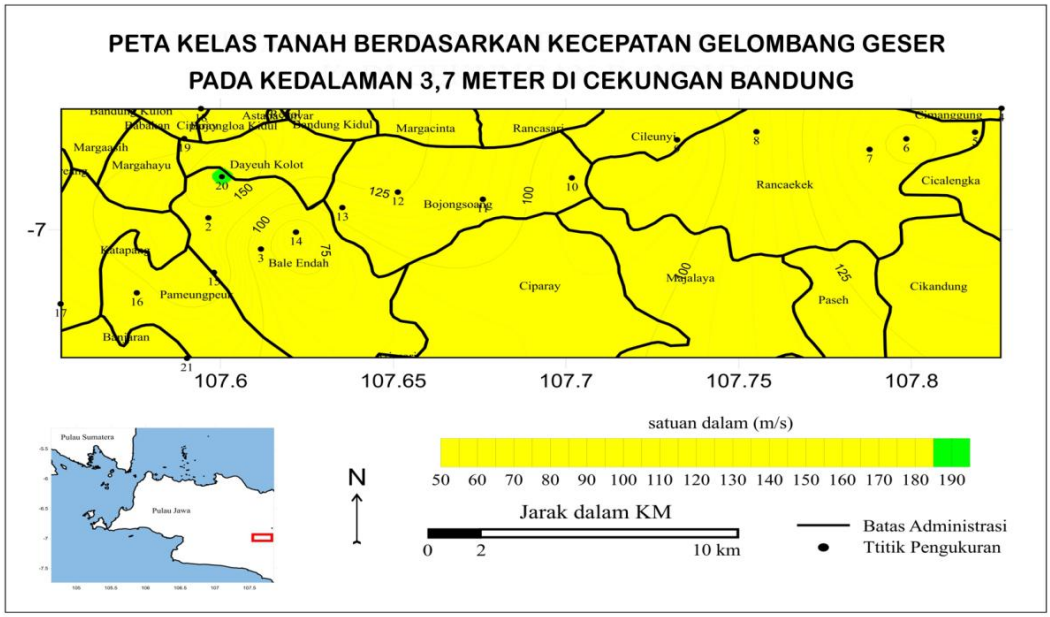
Gambar 3. Lokasi daerah pengukuran



Gambar 4. Profil kecepatan *Vs* untuk tipe profil regolith (Yeluru dkk, 2013).



Gambar 5. Peta persebaran nilai *Vs* Cekungan Bandung



Gambar 6. Peta kelas tanah berdasarkan nilai *Vs* pada lapisan pertama