

## **ANALISIS VS30 LOKASI KECAMATAN SYIAH KUALA DALAM UPAYA MITIGASI BENCANA GEMPA BUMI KOTA BANDA ACEH**

**Khaizal Jamaluddin<sup>1,2</sup>, Farzian Iqbal<sup>1</sup>, Ibnu Rusydy<sup>3</sup>, Banta Chairullah<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Geofisika, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Geologi, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

Email : khaizal@unsyiah.ac.id, ibnu@unsyiah.ac.id, chairullah\_bant79@unsyiah.ac.id

**Abstract :** *Banda Aceh is located at the geological segment vulnerable to earthquake. However as the capital of the Aceh province should be a serious concern in order to minimize the impact of the devastating earthquake. Therefore, the assessment of soil layer amplification using shear wave velocity values is done as one of the disaster mitigation efforts. Shallow seismic testing to get the parameters of shear wave by using MASW method. The results showed that Syiah Kuala subdistrict is divided into two zones of soil layers. The results of analysis Vs30 showed that Syiah Kuala subdistrict is divided into medium density and soft layers of soil characteristics.*

**Keywords :** *earthquake, amplification, seismic and shear wave.*

**Abstrak:** Kota Banda Aceh terletak pada segmen geologi yang rentan gempa bumi. Bagaimanapun Banda Aceh sebagai pusat kota Provinsi Aceh semestinya menjadi perhatian serius dalam rangka meminimalisir dampak dari bencana gempa bumi. Oleh karena itu, asesmen karakteristik amplifikasi lapisan tanah dengan menggunakan nilai kecepatan gelombang geser dilakukan sebagai salah satu bentuk upaya mitigasi bencana. Penelitian dilakukan di Kecamatan Syiah Kuala, Banda Aceh. Pengujian seismik dangkal untuk mendapatkan parameter gelombang geser dengan menggunakan metode MASW. Hasil analisis Vs30 memperlihatkan bahwa Kecamatan Syiah Kuala terbagi menjadi dua karakteristik lapisan tanah yaitu kepadatan sedang dan lunak.

**Kata kunci :** gempa bumi, amplifikasi, seismik dan gelombang geser.

---

### **1. PENDAHULUAN**

Indonesia terletak pada jalur pergerakan lempeng dunia atau lebih dikenal jalur cincin api (*ring of fire*) sehingga kepulauan Indonesia ini rawan bencana gempa bumi. Pulau Sumatera sendiri terbentuk dari akibat lempeng Indiaaustralia bergerak menumbuk lempeng Euroasia. Tumbukan lempeng ini menghasilkan patahan besar Sumatera yang membentang dari teluk Semangko Lampung hingga ke gugusan Pulau Nasi Aceh. Di Aceh patahan Sumatera terbagi beberapa cabang yaitu: patahan Samalanga-Sipopok, patahan Aceh, patahan Selimeum, patahan Tripa, patahan Bate, patahan Peusangan-Blang Pidie, patahan Blang Kejeren, patahan Lhokseumawe dan patahan Pidie yang baru saja diidentifikasi yang telah menyebabkan gempa bumi wilayah Pidie Jaya pada 7 Desember 2016. Gempa ini kekuatan 6.4 SR menimbulkan korban jiwa 102 orang tewas dan ribuan rumah rusak. Banda

Aceh yang terdiri dari sembilan kecamatan diapit oleh dua patahan yaitu jalur patahan Aceh dan Seulimeum.

Kota Banda Aceh sebagai ibukota Provinsi Aceh merupakan pusat kegiatan ekonomi, pendidikan dan budaya, akhir-akhir ini memperlihatkan perkembangan infrastruktur yang pesat. Pertumbuhan bangunan gedung, jaringan jalan dan infrastruktur lainnya dikarenakan pertumbuhan jumlah penduduk di Kota Banda Aceh sangat pesat terutama setelah bencana Tsunami Aceh 2004. Oleh karena itu, infrastruktur yang dibangun tersebut harus memenuhi standar keamanan yang memadai salah satunya dari sudut pandang mitigasi bencana gempa bumi. Kecamatan Syiah Kuala salah satu kecamatan di Kota Banda Aceh merupakan salah satu kawasan pusat pendidikan dan budaya di kota Banda Aceh. Di Kecamatan Syiah Kuala terdapat *landmark* pendidikan tinggi Aceh berada yaitu Universitas Syiah Kuala dan Universitas

Islam Ar-Raniry. Bagaimanapun Kecamatan Syiah Kuala merupakan wilayah penting di Kota Banda Aceh. Di samping sebagai pusat pendidikan, kawasan Prada, Gampong Pineung dan Lamgugop merupakan yang terpadat perumahannya.

Gempa bumi menimbulkan rambatan gelombang seismik dari sumbernya yaitu bagian dari patahan lempeng bumi. Perilaku gelombang seismik tergantung kepada material geologinya. Gelombang dari sumbernya merambat melewati lapisan batuan dasar jika merambat ke lapisan lunak seperti endapan pasir, lanau, lempung maka perilaku mekanik gelombang akan berubah di mana panjang gelombang menjadi lebih besar atau disebut sebagai amplifikasi gelombang. Amplifikasi gelombang ini dapat menimbulkan kerusakan pada infrastruktur khususnya gedung berlantai banyak (*multistory building*).

Metode memperoleh informasi perilaku material terhadap gelombang melalui pengukuran seismik aktif. Pengukuran seismik aktif dilakukan dengan metode pengujian seismik *Multichannel analysis of surface waves* (MASW). Metode MASW yang telah diperkenalkan oleh Park (1999). Penerapan dari metode MASW telah digunakan untuk pemecahan masalah-masalah geoteknik subsurface dan geoteknik lingkungan (Konstantaki et al., 2015) dan untuk mitigasi bencana geologi (*geohazard*) (Kanli et al, 2006; Rao et al., 2011; Martínez-Pagán et al.2014). Bagaimanapun kami mencoba menggunakan metode MASW untuk lokasi Kecamatan Syiah Kuala Banda Aceh dalam rangka

mendapatkan parameter kecepatan gelombang geser ( $V_s$ ). Penelitian ini bertujuan memperoleh gambaran sebaran kecepatan gelombang geser sedalam 30 m ( $V_s30$ ) dalam rangka studi amplifikasi gelombang di lokasi Kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh. Pengukuran  $V_s30$  untuk kajian awal bencana gempa bumi menggunakan metode MASW sudah dilakukan oleh Rusydi dkk (2016, 2017) di cekungan Danau Laut Tawar Takengon Kabupaten Aceh Tengah.

Untuk Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh, peta distribusi  $V_s30$  telah dikembangkan oleh Jamaluddin dkk., (2018). Pada peta tersebut terdapat dua kategori perilaku tanah dimana terdapat tanah berperilaku kepadatan sedang dan lunak. Penyusunan peta amplifikasi mengacu pada standar *Uniform Building Code* (UBC) dan *Euro Code 8* (EC8) seperti pada Tabel 1. Standar-standar ini berisi penentuan kelas kekerasan tanah berdasarkan kecepatan gelombang geser ( $V_s$ ). Geologi permukaan Kota Banda Aceh merupakan wilayah sedimentasi yang telah terjadi pada zaman Quarter dengan umur geologi Halocen, terjadi dalam jangka waktu kira-kira 10.000 tahun yang lampau. Lembar geologi untuk Banda Aceh dapat dilihat pada peta yang dikembangkan oleh Bennert et al (1980). Berdasarkan fakta-fakta pengeboran dangkal untuk keperluan geoteknik konstruksi, wilayah ini berjenis material campuran kerikil, pasir kasar, sedang dan halus serta lanau dan lempung.

**Tabel 1. Pengelompokan parameter  $V_s30$  berdasarkan standar UBC dan EC8.**

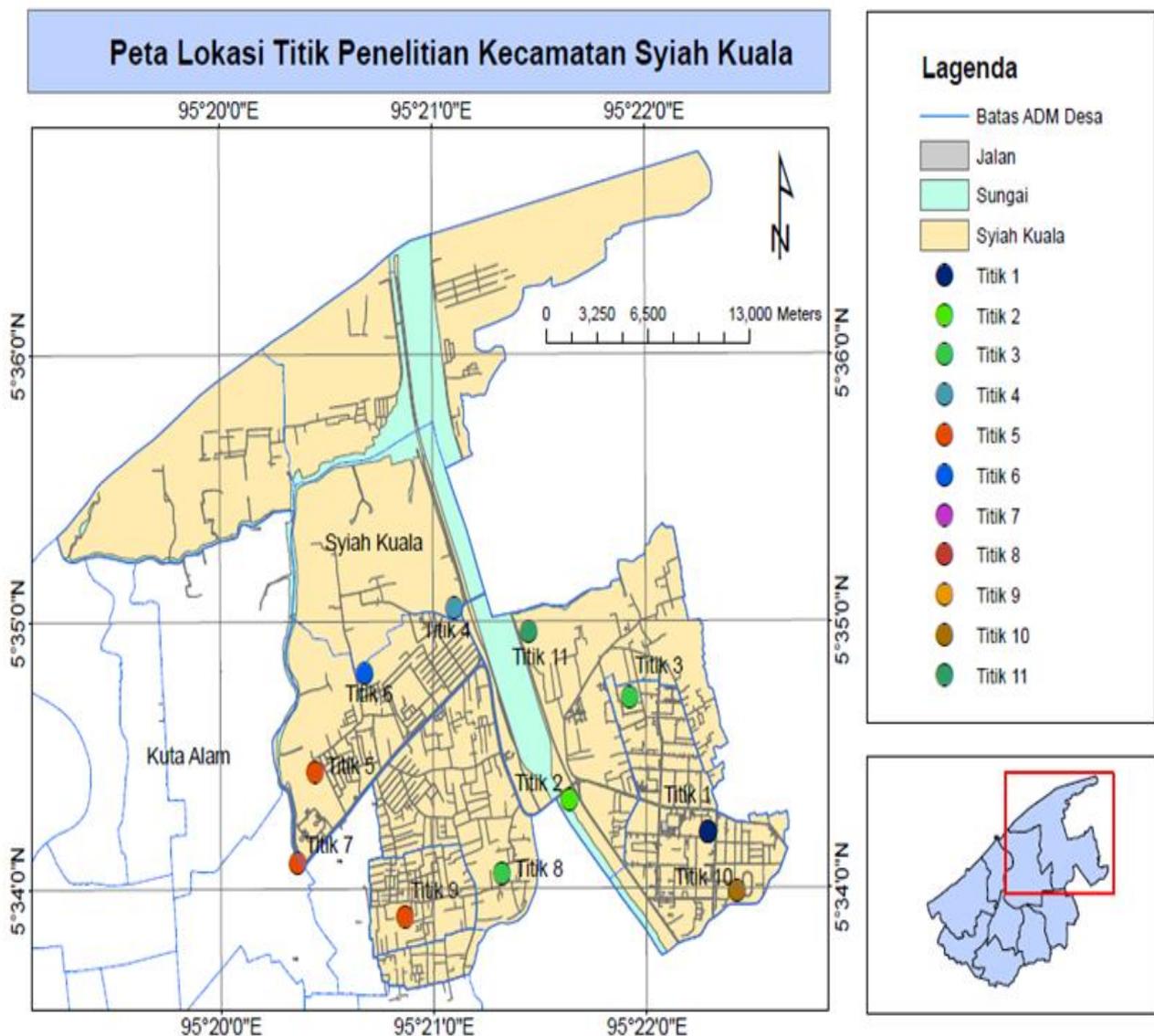
<i>Ground Profile (soil) type (UBC) of Subsoil Class (E8)</i>	<i>Ground Description (UBC)</i>	<i>Description Statigraphic Profile (EC8)</i>	<i>Shear Wave Velocity <math>V_s30</math> (ms-1)</i>
<i>SA (UBC)</i>	<i>Hard Rock</i>		<i>&gt;1500 (UBC)</i>
<i>SB (UBC) or A (EC8)</i>	<i>Rock</i>	<i>Rock or other rock-like geological formation, including at most 5m of weaker material at the surface</i>	<i>760-1500 (UBC) or &gt; 800 (EC8)</i>
<i>SC (UBC) or B (EC8)</i>	<i>Very dense soil and soft rock</i>	<i>Deposit of very dense sand, gravel or very stiff clay, at least several tens of m in thickness, characterized by a gradual increase of mechanical properties with depth</i>	<i>360-760 (UBC) nor 360-800 (EC8)</i>
<i>SD (UBC) or C (EC8)</i>	<i>Stiff soil</i>	<i>Deep deposits of dense or medium-dense sand, gravel or stiff clay with thickness from several tens to many hundred of m</i>	<i>180-360 (UBC and EC8)</i>
<i>SE (UBC) or D (EC8)</i>	<i>Soft soil</i>	<i>Deposits of loose-to medium cohesionless soil (with or without some soft cohesive layers), or of predominantly soft-to cohesive soil</i>	<i>&lt; 180 (UBC and EC8)</i>

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Juli sampai Agustus 2015 di lokasi pada 11 titik yang terdistribusi pada semua Gampong di Kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh. Gampong yang dilakukan penelitian adalah Kopelma Darussalam, Lamgugop, Lingke, Gampong Pineung dan Prada. Sebelas titik dianggap telah mencakup satu wilayah yang dianalisis. Peta lokasi titik akuisisi data seismik diperlihatkan pada Gambar 1.

Lokasi akuisisi data seismik dipilih pada lokasi yang senyap dari aktivitas masyarakat untuk menghindari *noise*.

Pengukuran dilakukan secara langsung di lapangan berupa pengukuran waktu penjalaran gelombang seismik. Tahap akuisisi data seismik di lapangan dilakukan dengan menyusun konfigurasi *geophone* secara linear. Bagian-bagian peralatan yang digunakan dalam akuisisi data seismik: *Geophone* dengan frekwensi 10 Hz sebanyak 24 buah telah digunakan, Jarak antara geophone dipakai 1,5 m. *Offset* yang digunakan yaitu 15 m. Palu dengan berat 5 kg dan plat berukuran 15 cm x 15 cm telah digunakan. Alat pendukung lainnya yaitu *measuring tips*, *global positioning system* telah digunakan.

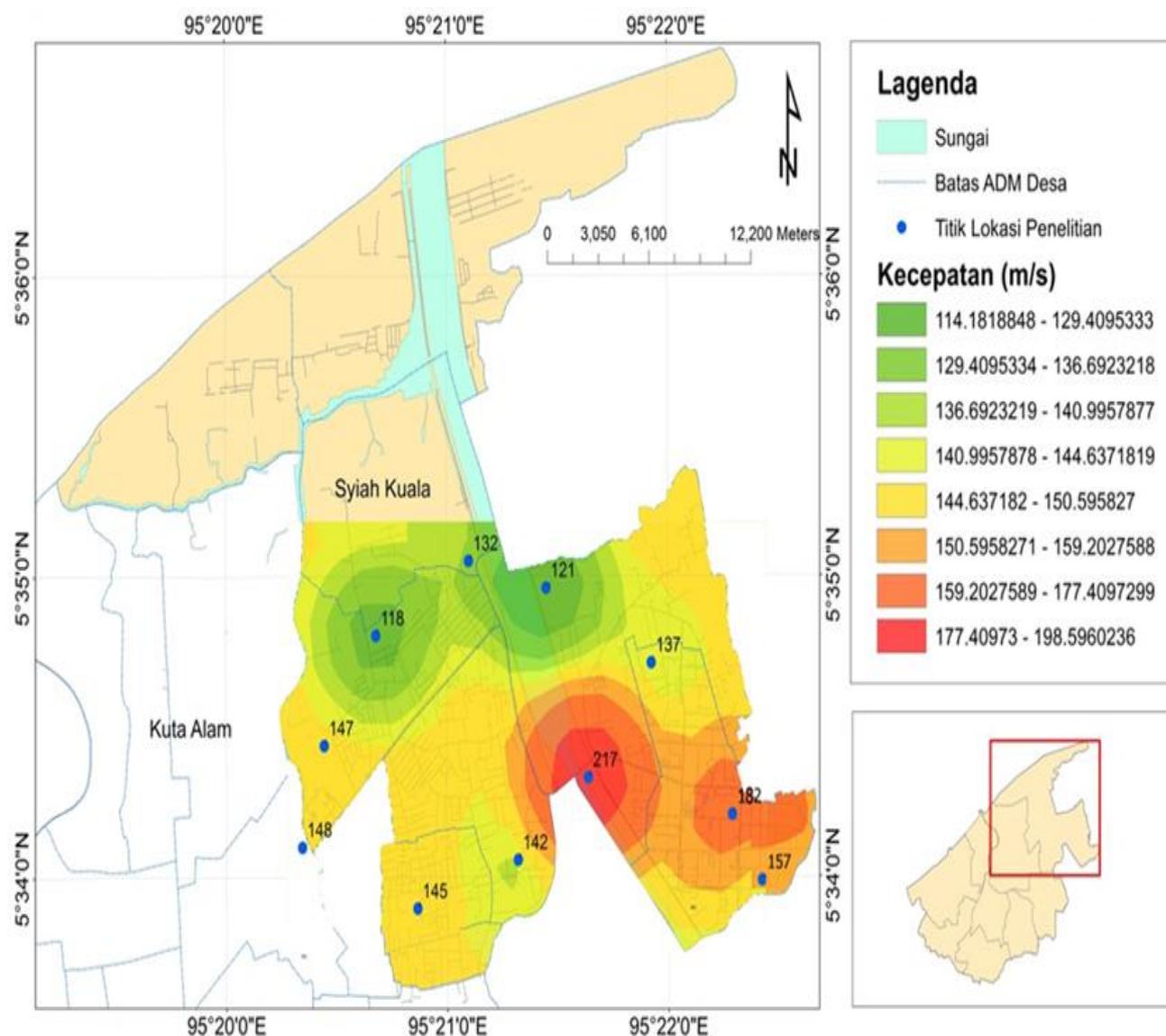


Gambar 1. Sebaran titik-titik akuisisi data seismik di Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ditunjukkan pada Gambar 2 berupa peta mikrozonasi amplifikasi gelombang geser sedalam 30 meter dari permukaan ( $V_s30$ ). Titik-titik pengukuran pada sebelas lokasi tersebut telah disesuaikan dengan kondisi lapangan. Lokasi yang dipilih berupa lapangan terbuka dan jauh dari gangguan kendaraan dan lain sebagainya yang mengurangi keakuratan data. Pengukuran tidak berdasarkan arah mata angin tetapi dilakukan secara acak sesuai situasi lapangan. Processing signal dilakukan melalui dispersi *waveform* dilanjutkan dengan inversi dari kurva dispersi tersebut. Hasil

dari proses inversi didapatkan kurva  $V_s$  satu dimensi yang berisikan informasi kecepatan-kecepatan gelombang geser per kedalaman. Dalam rangka penelitian ini hanya diambil sampai kedalaman 30 meter dari permukaan. Kecepatan gelombang geser diambil rata-rata dari lapisan-lapisan hingga 30 meter tersebut. Processing dilakukan menggunakan program SeisImager.  $V_s30$  yang didapatkan dari sebelas lokasi tersebut dianalisis lebih lanjut menggunakan program Arcgis menghasilkan peta sebaran kecepatan gelombang geser pada wilayah yang diuji. Peta  $V_s30$  diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta distribusi  $V_s30$  yang diperoleh dari analisis untuk Kecamatan Syiah Kuala berdasarkan 11 lokasi titik pengujian MASW.

Gambar 2. Peta distribusi Vs30 yang diperoleh dari analisis untuk Kecamatan Syiah Kuala berdasarkan 11 lokasi titik pengujian MASW. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa distribusi parameter Vs30 terdiri dari tiga warna yaitu kemerahan, kekuningan dan kehijauan. Corak dari warna-warna ini merupakan hasil interpolasi linear dari nilai-nilai Vs30 pada masing-masing titik yang diuji MASW. Sesuai Gambar 2 untuk kemerahan rentang Vs30 mulai 159 m/s sampai 198 m/s. Untuk kekuningan rentang Vs30 mulai 140 m/s sampai 159 m/s dan kehijauan pada rentang 114 m/s sampai 140 m/s. Berdasarkan UBC dan EC8, rentang nilai Vs30 yang sudah diperoleh ini dikategorikan menjadi dua karakteristik tanah untuk penilaian amplifikasi. Warna kemerahan dimasukkan ke dalam tanah sedang dan warna hijau dan kekuningan dimasukkan ke dalam kelompok tanah-tanah lunak dimana jenis tanah ini sangat berefek pada amplifikasi. Amplifikasi semakin kecil pada tanah-tanah yang tingkat kepadatan tanah tinggi sampai sangat tinggi. Dalam kaedah geoteknik tanah-tanah yang memiliki kepadatan tinggi sampai sangat tinggi adalah tanah yang memiliki nilai *standard penetration test* 40 sampai mencapai 60. Tanah yang seperti ini akan semakin kecil potensi mengalami amplifikasi. Infrastruktur yang dibangun pada tanah yang seperti ini pun akan aman terhadap kegagalan konstruksi karena amplifikasi gelombang gempa bumi.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian telah dilaksanakan di Kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh dengan menggunakan metode MASW untuk mendapatkan parameter kecepatan gelombang geser. Hasil yang diperoleh bahwa Vs30 pada Kecamatan Syiah Kuala sesuai dengan standar UBC dan EC8, klasifikasi lapisan tanah menjadi dua zona yaitu tanah kepadatan sedang dan lunak. Tanah lunak lebih teramplifikasi gelombang gempa dibandingkan tanah kepadatan sedang atau padat. Tanah kepadatan sedang terdistribusi pada lokasi sekitar jembatan sungai Gampong Lamnyong dan mengarah ke Gampong Rukoh hingga bagian timur Gampong Kopelma Darussalam Banda Aceh.

#### 5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Ketua Program Studi Teknik Geofisika Universitas Syiah Kuala yang telah berkenan memberikan pemakaian peralatan seismik, terimakasih kepada Prof. Taksiah Majid, *school of civil engineering* Universiti Sains Malaysia yang telah berkenan penggunaan program SeisImager dan mahasiswa yang telah membantu dalam akuisisi data seismik di lapangan. Terimakasih juga kepada reviewer yang telah memberikan saran dan masukan untuk kesempurnaan paper ini.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bennet, J. D., Bridge, D. M., Djunuddin, A., Ghazali, S. A., Jeffreys, D. H., Kartawa, W., . . . Whandoyo, R. 1982. Geologic 1:250,000 Map of Banda Aceh Quadrangle, Sumatra. Bandung: Geological Research and Development Centre (GRDC).
- [2]. Jamaluddin, K., Ulfa, R., Irwandi, I., & Chairullah, B. (2018). Pemetaan kecepatan gelombang geser (Vs30) di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh menggunakan metode MASW. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(1), 30-39.
- [3]. Konstantaki, L.A., Ghose, R., Draganov, D., Diaferia, G., & Heimovaara, T. (2015). Characterization of a heterogeneous landfill using seismic and electrical resistivity data. *Geophysics*, 80(1).
- [4]. Kanli, A.I., Tildy, P., Pronay, Z., Pinar, A., & Hermann, L. (2006). Vs30 mapping and soil classification for seismic site effect evaluation in Dinar Region, SW Turkey. *Geophysics Journal International*. 165, 223-235.
- [5]. Martínez-Pagán, P., Navarro, M., Pérez-Cuevas, J., Alcalá, F. J., García-Jerez, A., & Sandoval-Castaño, S. (2014). Shear-wave velocity based seismic microzonation of Lorca city (SE Spain) from MASW analysis. *Near Surf Geophys*, 1(2), 739-749.
- [6]. Park, C. B., Miller, R.D., & Xia, J. (1999). Multi-

channel Analysis of Surface Waves. *Geophysics*,  
64 (3), 800-808.

- [7]. Rusydy, I., Jamaluddin, K., Fatimah, E., Syafrizal, S., Andika, F., & Furumoto, Y. (2017). Estimation of site amplifications from shear-wave velocity at pyroclastic deposits and basins in Aceh Tengah and Bener Meriah District, Aceh Province, Indonesia. *International Journal of Disaster Management*, 1(1), 46-54.
- [8]. Rusydy, I., Jamaluddin, K., Fatimah, E., Syafrizal., & Andika, F. (2016). Studi awal: analisa kecepatan gelombang geser (Vs) pada cekungan Takengon dalam upaya mitigasi gempa bumi. *Jurnal Teknik Sipil*, 5(3), 1-12.
- [9]. Rao, N.P., Kumar, M.R., Seshunarayana, T., Shukla, A.K., Suresh, G., Pandey, Y., Raju, R.J., Pimprikar, S.D., Das, C., Gahalaut, K., Mishra, P.S., & Gupta, H. (2011). Site amplification studies towards seismic microzonation in Jabalpur urban area, central India. *Physics and Chemistry of the Earth*, In Press.