

Penentuan Litologi Bawah Permukaan Berdasarkan Nilai Poisson Ratio Area Gempa Bumi Menggunakan Metode Seismik Refraksi dan MASW di Kecamatan Panteraja, Pidie Jaya

Hayatul Muna¹, Asrillah¹, M. Syukri Surbakti¹

¹Program Studi Teknik Geofisika, Jurusan Teknik Kebumihan, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Email: hayatulmn@gmail.com

Abstract

The research about determination of subsurface lithology has been conducted by combining the seismic refraction and Multichannel Analysis of Surface Wave (MASW) method in Panteraja Subdistrict of Pidie Jaya earthquake area which are at Gampong Keude, Gampong Hagu and Gampong Mesjid. In that subdistrict, the study was carried out by designing one measurement of each refraction seismic and MASW. The purpose of this study is to determine the subsurface lithology based on Poisson ratio value distribution. The data measurement for both methods uses Seismograph PASI 16S-24P. Refraction seismic data were processed by using ZondST2D to obtain a V_p cross section, while the MASW data were processed by utilizing SeisImager to produce V_s cross section. The V_p and V_s data are then plotted by using Surfer 11 in order to display a 2D section of Poisson ratio. Distribution of Poisson ratio value at Gampong Keude includes in 0,43 – 0,46 range is predicted as a clay saturation existed at 0 - 3 m depth, while the Poisson ratio value 0,22 – 0,43 is estimated as a sandy clay and seated at 4 - 7 m depth and Poisson ratio value 0,31 – 0,37 (existed at 3 – 4 m) and 0,37 – 0,43 (existed at 7 – 12 m) are expected as silt layer. For Gampong Hagu, the Poisson ratio whose value in range 0,44 - 0,47 is expected also as a saturated clay and is laid at 0 - 5 m depth, while the value 0,38-0,44 is assumed as silt existed at 5 -12 m depth. At Gampong Mesjid, Poisson ratio value 0,45 - 0,48 is predicted as a saturated clay that is existed at 0 -7 m depth. By the depth at 7 - 12 m with Poisson ratio value 0,38 – 0,45 is interpreted as silt. As the result shows that there is an existence of liquefaction potential of ground motion from earthquakes.

Keywords: earthquake, Seismic Refraction, MASW, Poisson Ratio, liquefaction

Abstrak

Penelitian ini tentang penentuan litologi bawah permukaan yang telah dilakukan dengan mengkombinasikan Metode Seismik Refraksi dan Multichannel Analysis of Surface Wave (MASW) di area gempa bumi Pidie Jaya yaitu di Kecamatan Panteraja yang terdiri dari Gampong Keude, Gampong Hagu dan Gampong Masjid. Setiap gampong dilakukan satu kali pengukuran data seismik refraksi dan satu kali pengukuran data MASW. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan litologi bawah permukaan berdasarkan distribusi nilai Poisson ratio. Pengukuran data untuk kedua metode tersebut menggunakan Seismograph PASI 16S-24P. Data seismik refraksi diolah menggunakan ZondST2D untuk memperoleh penampang V_p , sedangkan data MASW diolah menggunakan SeisImager untuk mendapatkan penampang V_s . Kedua data tersebut digunakan untuk memperoleh nilai distribusi Poisson ratio yang diplot dengan menggunakan Surfer 11. Distribusi Poisson ratio di gampong Keude terdiri dari 0,43 – 0,46 yang diperkirakan sebagai lapisan lempung jenuh dan berada pada kedalaman 0 – 3 meter sedangkan untuk nilai Poisson ratio 0,22 – 0,31 diprediksi sebagai jenis lempung berpasir yang berada pada kedalaman 4 – 7 meter dan nilai Poisson ratio 0,31 – 0,37 (berada pada kedalaman 3 – 4 meter) dan 0,37 – 0,43 (berada pada kedalaman 7- meter) diketahui sebagai lapisan silt (lanau). Untuk Gampong Hagu, Poisson ratio yang bernilai 0,44 – 0,47 diinterpretasikan sebagai lempung jenuh yang terdapat pada kedalaman 0 – 5 meter, sementara untuk nilai 0,38 – 0,44 diperkirakan sebagai silt (lanau) berada pada kedalaman 5 – meter. Nilai Poisson raio di Gampong Masjid terdiri dari 0,45 – 0,48 diprediksikan juga sebagai lempung jenuh yang terdapat pada kedalaman 0 – 7 meter. Sedangkan pada kedalaman 7 – 12 meter dengan nilai Poisson ratio 0,38 – 0,45 diduga sebagai silt (lanau). Hasil analisis Poisson ratio dari ketiga lokasi penelitian menunjukkan adanya potensi likuifaksi dari pergerakan tanah yang disebabkan oleh gempa bumi.

Kata kunci: gempa bumi, Pidie Jaya, seismik refraksi, MASW, Poisson ratio, likuifaksi

1. Pendahuluan

Aceh merupakan wilayah yang terletak diujung pulau Sumatera dan memiliki sesar yang terpetakan kedalam beberapa segmen di antaranya Segmen Aceh, Segmen Seulimum, Segmen Batee dan Segmen Tripa [1]. Penamaan segmen tersebut mengacu kepada jurnal *Neotectonics of the Sumatran Fault, Indonesia. Journal*

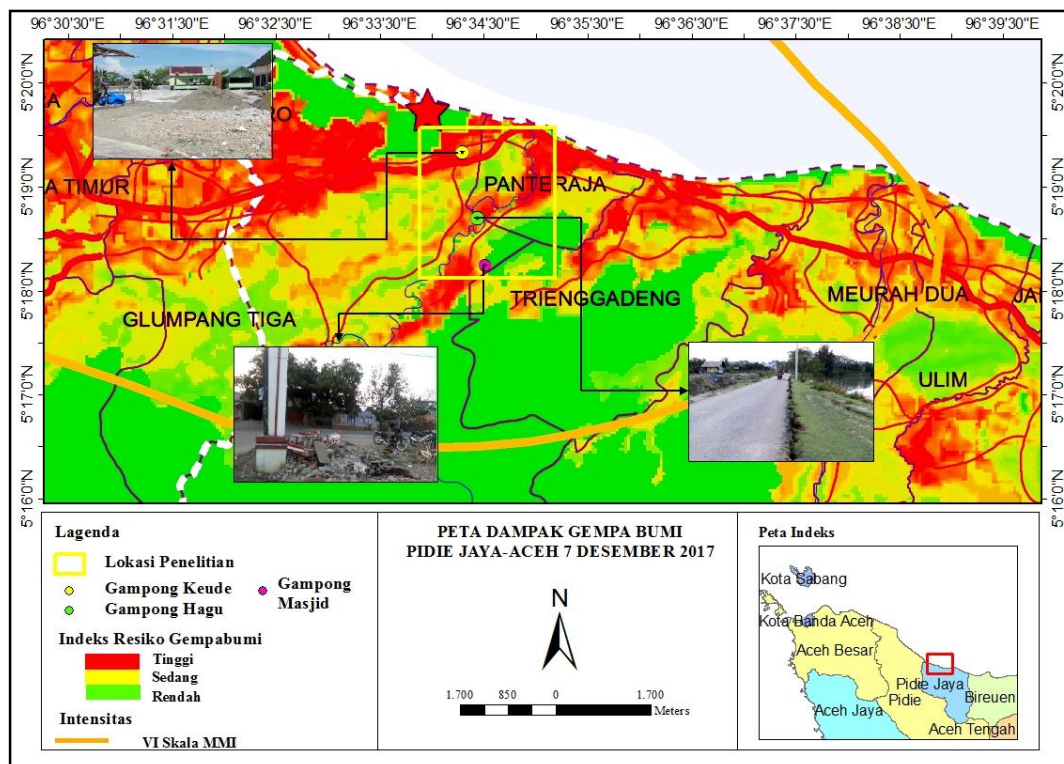
of Geophysics Research yang ditulis oleh Sieh dan Natawidjaja pada tahun 2000. Hal tersebut diduga menjadikan Aceh sebagai daerah yang memiliki cukup banyak titik-titik pusat gempa, termasuk gempa Pidie Jaya 7 Desember 2016. Meskipun sesar Sumatera membentang sepanjang pulau, gempa Pidie Jaya 2016 tersebut jauh dari sesar Sumatera yang sudah terpetakan sebelumnya. Menurut catatan BMKG [2], gempa ini

memiliki kekuatan 6,4 Mw dan merupakan gempa bumi yang terjadi dengan mekanisme gempa berupa sesar geser. Gempa tersebut bersifat merusak dengan kedalaman yang dangkal. Informasi mengenai struktur tanah setelah terjadinya gempa bumi dapat diperoleh dengan menggunakan Metode Seismik Refraksi dan MASW (*Multichannel Analysis of Surface Wave*).

Metode Seismik Refraksi merupakan jenis Metode Geofisika yang dapat digunakan untuk mengetahui litologi yang relatif dangkal. Prinsip utama Metode Seismik Refraksi adalah penerapan waktu tiba pertama gelombang (*firstbreak time*) [3]. Metode seismik refraksi juga dapat diaplikasikan untuk mendapatkan lapisan atau struktur geologi yang dangkal seperti yang sudah dilakukan di area prospek panas bumi Seulawah Agam [4]. Sedangkan Metode MASW adalah metode

dengan pengukuran utamanya memanfaatkan langsung gelombang permukaan. Gelombang yang dihasilkan berupa penjalaran gelombang *Rayleigh* [5]. Penggabungan antara Metode Seismik Refraksi dan MASW ini akan memperoleh sifat gelombang yang berbeda yaitu gelombang P dan gelombang S yang akan menghasilkan penampang *Poisson ratio*. Nilai *Poisson ratio* tersebut dapat digunakan sebagai acuan dalam deskripsi litologi [6].

Penelitian ini dilakukan pada tiga lokasi yang berbeda yaitu Gampong Keude, Gampong Masjid dan Gampong Hagu yang merupakan beberapa gampong dari Kecamatan Panteraja yang memiliki resiko gempa bumi yang tinggi dengan indeks intensitas VI MMI (*Modified Mercalli Intensity Scale*), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta dampak gempa bumi Pidie Jaya [7]

1.1 Rumusan masalah

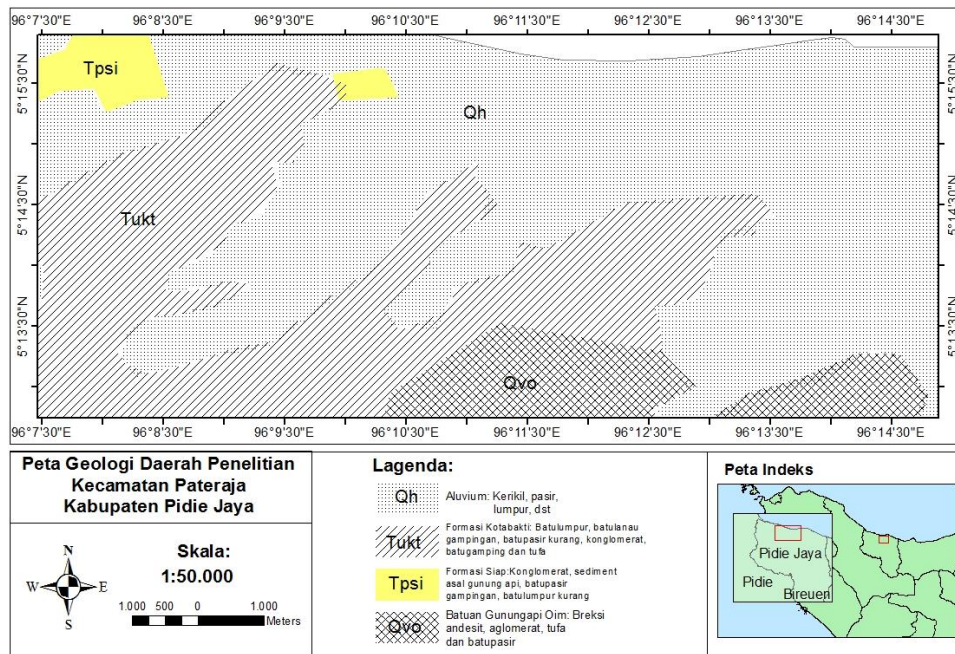
Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana kondisi litologi bawah permukaan area gempa bumi berdasarkan nilai *Poisson ratio* dari hasil pengukuran Metode Seismik Refraksi dan MASW.

1.2 Tujuan penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui litologi bawah permukaan berdasarkan nilai *Poisson ratio* area gempa bumi dari hasil pengukuran dan pengolahan data Metode Seismik Refraksi dan MASW.

2. Kondisi daerah penelitian

Gambar 2 merupakan peta geologi Kecamatan Panteraja. Secara geologi Kecamatan Panteraja berada pada daerah endapan aluvium (Qh), dan formasi Kotabakti (Tukt). Pada daerah yang umumnya terdiri dari endapan sedimen, daerah tersebut mengakibatkan efek amplifikasi jika terjadi gempa bumi baik gempa bumi besar, sedang maupun kecil. Kondisi seperti ini akan menyebabkan bangunan-bangunan yang berada di Kecamatan Panteraja sangat rentan terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh gempa bumi.



Gambar 2. Gambaran geologi Kecamatan Panteraja [8]

3. Metodologi penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam penelitiannya ini yaitu akuisisi data seismik refraksi, akuisisi data MASW dan perhitungan *Poisson ratio* pada tiga lokasi yang berbeda.

3.1 Metode Seismik Refraksi

Data pengukuran lapangan seismik refraksi berupa data waktu tiba yang terekam pada tiap *geophone*. Sebelum melakukan proses *picking* data, dilakukan edit geometri yaitu dengan memasukkan data geometri yang telah dicatat sebelumnya untuk menentukan posisi setiap *geophone* dan *shot point* pada posisi sebenarnya. Kemudian dilakukan *picking* data rekaman penalaran gelombang. *Picking* data bertujuan untuk memperoleh kurva *travel time* (waktu tiba) gelombang pertama yang sampai pada setiap *geophone*. Hasil dari *travel time* tersebut diinversikan yaitu dengan mencocokkan data pengukuran lapangan dengan data profil yang dilakukan menggunakan *software ZondST2D*.

3.2 MASW

Pengolahan data seismik MASW diperoleh dari akuisisi data yang terekam oleh *seismograph* dengan format .DAT merupakan *signal spectrum* dalam domain waktu tiba gelombang S. Pengolahan data MASW dilakukan dengan menggunakan *Software SeisImager* modul *Pickwin* dan *WaveEq*. Pengolahan data dibagi menjadi dua tahap, yaitu penentuan kurva dispersi dengan *Pickwin* dan inversi untuk mengalisa gelombang S dengan menggunakan *WaveEq*. Proses yang pertama yaitu melakukan edit geometri yang diperoleh dari data pencatatan di lapangan.

Kemudian *picking* data dilakukan secara otomatis oleh *software* untuk setiap titik *shot*-nya untuk memperoleh kurva dispersi. Kurva dispersi merupakan kurva yang menggambarkan perubahan kecepatan fase

terhadap frekuensi gelombang, dimana frekuensi akan berbanding terbalik dengan cepat rambat dan kedalaman target. Dari kurva dispersi dilakukan proses inversi, dengan melakukan pencocokan antara kurva dispersi dengan initial Profil yang kita tentukan sendiri sehingga didapatkan nilai *RMS error* rendah.

3.3 Perhitungan *Poisson Ratio*

Nilai *Poisson ratio* diperoleh dari penggabungan dua buah data kecepatan seismik yaitu seismik refraksi dan MASW yang dimasukkan ke dalam persamaan:

$$\sigma = \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{2\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}$$

Dimana:

- σ = *Poisson ratio*
- V_p = Kecepatan gelombang P (m/s)
- V_s = Kecepatan Gelombang P (m/s)

Dari persamaan diatas, *Poisson ratio* mengukur besarnya V_p/V_s . Besarnya nilai *Poisson ratio* adalah kisaran 0,1 sampai 0,5. Namun untuk batuan secara umum, nilai dari *Poisson ratio* diasumsikan rata-rata 0,25 (Sudarmoyo, 2001). *Poisson ratio* akan bernilai 0 jika nilai $\left(\frac{V_p}{V_s}\right) = \sqrt{2}$, dan *Poisson ratio* akan bernilai 0,5 jika $V_s = 0$. [9].

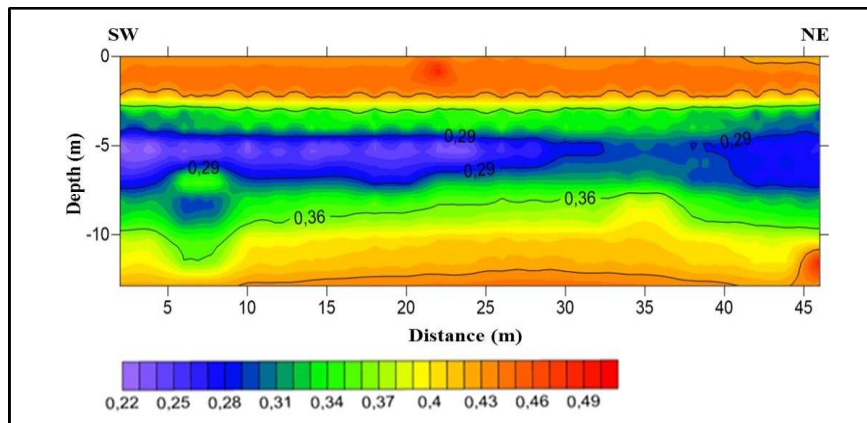
Tabel 3.1. Nilai *Poisson ratio* [10].

No	<i>Poisson ratio</i>	Tipe Batuan
1	0,4 – 0,50	Lempung jenuh
2	0,2 – 0,3	Lempung berpasir
3	0,3 – 0,35	Lanau

4. Hasil penelitian

Hasil perhitungan *Poisson ratio* dari data kecepatan gelombang P dan kecepatan gelombang S diplotkan untuk memperoleh distribusi persebaran nilai *Poisson ratio* menggunakan *software Surfer 11*. Dari pengolahan ini diperoleh distribusi nilai *Poisson ratio* 2D seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 Gambar 4 dan Gambar 5 Masing - masing terdiri dari Gampong Keude, Gampong Hagu dan Gampong Masjid.

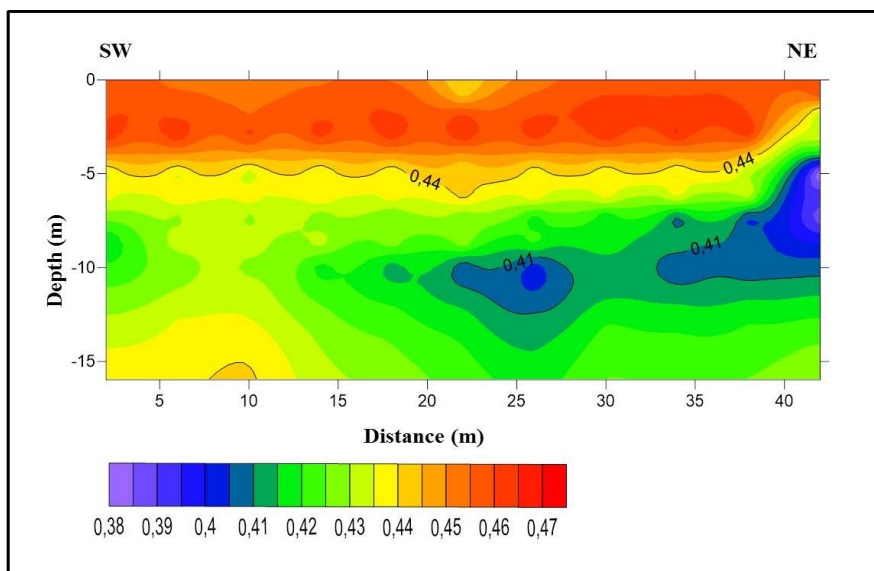
Profil 2D *Poisson ratio* di Gampong Keude (Gambar 3) memiliki distribusi nilai *Poisson ratio* yang bervariasi. Pada kedalaman lapisan 0 – 3 meter terdapat nilai *Poisson ratio* 0,43 – 0,46 merupakan jenis lapisan lempung jenuh. Nilai *Poisson ratio* yaitu 0,31 – 0,37 (pada kedalaman 3 – 4 meter), nilai *Poisson ratio* 0,22 – 0,31 diketahui jenis lapisan lempung berpasir (pada kedalaman 4 – 7 meter) dan 0,37 – 0,43 (pada kedalaman 7 – 12 meter) diprediksi sebagai jenis lapisan *silt* (lanau).



Gambar 3. Profi 2D distribusi nilai *Poisson ratio* pada lintasan Gampong Keude

Untuk profil 2D *Poisson ratio* yang didapatkan di Gampong Hagu memiliki distribusi nilai yang bervariasi dari 0,38 – 0,47 seperti pada Gambar 4. Dimana pada lapisan pertama nilai *Poisson ratio* berkisar antara 0,44 – 0,47 berada pada kedalaman 0 – 5 meter, lapisan

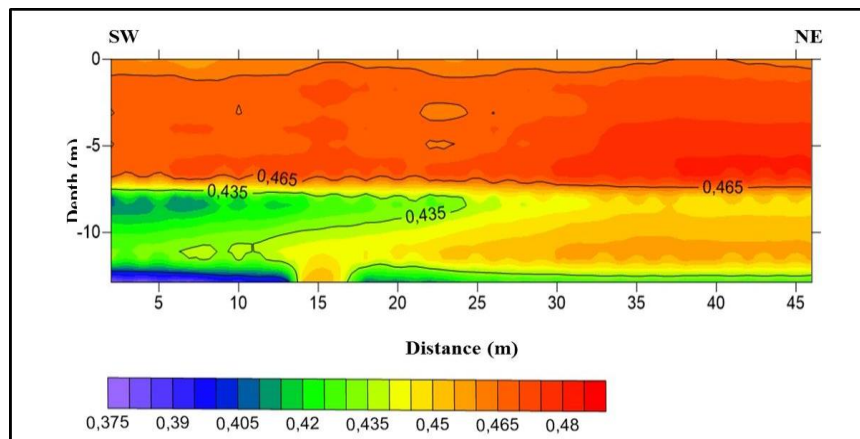
tersebut diperkirakan sebagai lapisan lempung jenuh. Kemudian lapisan kedua mempunyai nilai *Poisson ratio* dalam rentang 0,38 – 0,44 berada pada kedalaman 5 – 15 meter, litologi lapisan ini diprediksikan sebagai *silt* (lanau).



Gambar 4. Profi 2D distribusi nilai *Poisson ratio* pada lintasan Gampong Hagu

Profil 2D distribusi *Poisson ratio* yang didapat dari gampong Masjid (Gambar 5) menunjukkan nilai yang bervariasi. Lapisan pertama memiliki nilai *Poisson ratio* 0,45 – 0,48 pada kedalaman lapisan 0 – 7 meter diperkirakan sebagai lapisan lempung jenuh. Pada

lapisan kedua memiliki nilai *Poisson ratio* dengan rentang nilai antara 0,38 – 0,45 yang diklasifikasikan sebagai lapisan *silt* (lanau) dengan ketebalan lapisan 5 meter (pada kedalaman 7 – 12 meter).



Gambar 5. Profil 2D distribusi nilai *Poisson ratio* pada lintasan Gampong Masjid

Dari hasil analisis nilai *Poisson ratio* dari ketiga lintasan yang berbeda di atas diketahui litologi bawah permukaan tersusun dari batuan sedimen yaitu lempung jenuh, lempung berpasir dan *silt* (lanau). Interpretasi nilai *Poisson ratio* merujuk kepada referensi berdasarkan Tabel 3.1. Keadaan bawah permukaan yang umumnya terdiri dari lempung jenuh, lempung berpasir dan *silt* (lanau) tersebut akan mengakibatkan efek amplifikasi jika terjadi gempa bumi baik gempa bumi dalam skala kecil maupun sedang dan besar. Kondisi

tersebut rentan terhadap kerusakan infrastruktur jika sewaktu-waktu gempa bumi kembali terjadi.

Dengan melihat kondisi litologi bawah permukaan pada area gempa bumi Pidie Jaya di Gampong Keude, Gampong hagu dan Gampong Masjid Kecamatan Panteraja perlu diperhatikan ketika mendirikan suatu bangunan. Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan daerah tersebut memiliki daya dukung tanah (*bearing capacity*) yang lemah dan berpotensi terjadinya likuifaksi.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian penggabungan antara Metode Seismik Refraksi dan MASW untuk memperoleh nilai *Poisson ratio*, dapat disimpulkan bahwa:

- Hasil dari perhitungan *Poisson ratio* menunjukkan litologi bawah permukaan di Gampong Keude tersusun dari lempung jenuh, lempung berpasir dan lanau, sedangkan Gampong Hagu dan Gampong Masjid tersusun dari lempung jenuh dan lanau.
- Keadaan bawah permukaan yang terdiri dari lempung jenuh, lempung berpasir dan lanau akan mengakibatkan efek amplifikasi dan berpotensi likuifaksi jika terjadi gempa bumi.

5 Daftar pustaka

- [1] Supartoyo, Hidayati, S., Hendrasto, M. 2015. *Identifikasi Sumber Gempa Bumi Daerah Aceh Teungah*. Publikasi Ilmiah, Pendidikan dan Pelatihan Geologi, Vol.11 No.2, Oktober 2015. ISSN 0216-1494
- [2] BMKG. 2016. Gempa Bumi Kuat M=6.5 Guncang Pidie Jaya, Provinsi Aceh Dipicu Akibat Aktivitas Sesar. <http://www.bmkg.go.id/pressrelease/?p=gempapabumi-kuat-m6-5-guncang-pidie-jaya-provinsi-aceh-dipicu-akibat-aktivitas-sesaraktif&tag=press-release&lang=ID>. Diakses tanggal 10 Agustus 2017.
- [3] Abubakar, M., Asrillah., Fachrianta, T. R. 2015. *Seismic Refraction Tomography (STR) Study to Characterize Potential Resource of ie Jue,s Geothermal Field of Seulawah Agam Volcano, Aceh Besar-Indonesia*. Jurnal Electronic Journal of Geotechnical Engineering (EJGE), Vol. 20, Bund. 24.
- [4] Kiswarasari, P. 2013. *Aplikasi Metode Seismik Refraksi Untuk Mendeteksi Potensi Longsor Di Desa Deliksasi Kecamatan Gunungpati Semarang*. Skripsi. Jursan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang.
- [5] Rusydy, I., Djamaluddin, K., Fatimah, E., Syafrizal, S. dan Andika, F. 2016. *Studi Awal: Analisa Kecepatan Gelombang Geser (Vs) Pada Cekungan Takongan Dalam Upaya Mitigasi Gempa Bumi*. Jurnal Teknik Sipil, 6(1), 1-12.
- [6] Prakoso, W., Gigih, Utama W., Syaifuddin, F. 2016. *Analisis Independent Inversion PP dan PS dengan Menggunakan Inversi Post-Stack untuk Mendapatkan Nilai Vp/Vs*. Jurnal Geosaintek.02/02.
- [7] BNPB, 2016. *Peta Dampak Gempa Bumi Pidie Jaya-Aceh 7 Desember 2016*. Pusat Data, Informasi dan Humas BNPB, Jakarta Timur.
- [8] Bennet, J. D., Bridge., D. McC., Camaron, N. R., Carke, M. C. G., Djunuddin, A., Ghazali, S. A., harahap, H., Jeffery, D. H., Kartawa, W., Keats, W., Ngabito, H., Rocks, N. M. S., dan Thompson, S. J. 1981. *Peta Geologi Lembar banda Aceh*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- [9] Munadi, Suprajitno. 1993. *AVO dan Eksplorasi Gas*. Lembara publikasi LEMIGAS. No.1.
- [10] Bowles, J. E. 1996. *Foundation Analysis and Design Fifth Edition*. The McGraw-Hill Companies. ISBN -07-118844-4. Singapore.