

## Studi Likuifaksi Menggunakan Nilai Poisson's Ratio di Kecamatan Meurah Dua, Pidie Jaya

Sinta Mandasari<sup>1</sup>, Asrillah<sup>1</sup>, Ibnu Rusydy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknik Geofisika, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

<sup>2</sup>Prodi Teknik Geologi, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

Email: sintamanda25@gmail.com

### Abstract

*A study to determination of liquefaction potential based on Poisson's ratio has been conducted in Meurah Dua Sub district, Pidie Jaya Regency. The measurement was carried out in the location where the infrastructure was damaged by the earthquake on December 7th, 2016 in Pidie Jaya. The objective of this study is to discern the potential of liquefaction based on the number of Poisson's ratio and its subsoil type. The value of poisson's ratio was counted based on the compression-wave velocity value ( $V_p$ ) and shear-wave velocity value ( $V_s$ ). The value of  $V_p$  and  $V_s$  was obtained through seismic refraction method and through MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave). The measurement was conducted in 3 lines by using Seismograph PASI 16S-24P for every method. The spread length for seismic refraction method is 92 meters and for MASW method is 56 meters. Then, the  $V_p$  data were processed by utilizing the ZondST2D Software while the  $V_s$  data was processed by using SeisImager software. The Poisson's ratio values obtained show that there are exists sand and saturated clay layer. The sand layer has a bigger porosity than saturated clay layer. The bigger porosity can cause the liquefaction potential. So, it can be indicated that every line has liquefaction potential. The biggest liquefaction potential is existed in the Pante Beureune village while the lowest one is in Meunasah Raya village.*

*Keywords : Poisson's ratio, Liquefaction, Seismic Refraction, and MASW.*

### Abstrak

*Penentuan potensi likuifaksi berdasarkan Poisson's ratio telah dilakukan di Kecamatan Meurah Dua Kabupaten Pidie Jaya. Pengukuran dilakukan pada lokasi yang mengalami kerusakan infrastruktur akibat gempa bumi pada tanggal 7 Desember 2016 di Kabupaten Pidie Jaya. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui potensi likuifaksi berdasarkan nilai Poisson's ratio dan jenis lapisan tanahnya. Nilai Poisson's ratio dapat dihitung berdasarkan nilai kecepatan gelombang kompresi ( $V_p$ ) dan nilai kecepatan gelombang geser ( $V_s$ ). Nilai  $V_p$  dan  $V_s$  didapatkan berdasarkan metode seismik refraksi dan MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave). Pengukuran dilakukan sebanyak tiga lintasan dengan menggunakan Seismograf PASI 16S-24P untuk setiap metode. Panjang lintasan untuk metode seismik refraksi 92 meter dan metode MASW 56 meter. Kemudian data  $V_p$  diproses dengan menggunakan Software ZondST2D dan data  $V_s$  diproses dengan menggunakan Software SeisImager. Nilai Poisson's ratio yang didapatkan menunjukkan adanya lapisan pasir dan lempung jenuh. Lapisan pasir memiliki porositas yang lebih besar dari pada lapisan lempung jenuh. Porositas yang besar dapat menyebabkan potensi likuifaksi. Sehingga diindikasikan bahwa setiap lintasan pengukuran memiliki potensi likuifaksi. Potensi likuifaksi terbesar di desa Pante Beureune sementara potensi likuifaksi terkecil di desa Meunasah Raya.*

*Kata Kunci: Poisson's ratio, Likuifaksi, Seismik refraksi dan MASW*

## 1. Pendahuluan

Provinsi Aceh merupakan salah satu wilayah dari Pulau Sumatera yang memiliki intensitas gempa bumi yang tinggi. Provinsi Aceh merupakan salah satu provinsi yang dilanda bencana Tsunami pada 26 Desember 2004, kemudian disusul dengan kejadian gempa bumi di Kabupaten Pidie Jaya pada 7 Desember 2016. Kejadian tersebut memberikan banyak pelajaran akan bahaya gempa bumi dan efek dari kerusakannya. Kerusakan tersebut dipengaruhi oleh kondisi tanah. Kondisi tanah tersebut sangat berkaitan dengan potensi likuifaksi pada suatu daerah. Likuifaksi adalah proses berkurangnya kekuatan geser tanah akibat beban seismik ketika terjadi gempa bumi. Pada penelitian ini dilakukan penelitian geofisika sebagai studi potensi likuifaksi berdasarkan *Poisson's ratio* di Kecamatan Meurah Dua, Pidie Jaya. rekayasa stuktur, metode seismik dapat mengetahui sifat elastisitas dari lapisan bawah permukaan tanah [2]. Selain itu metode tersebut juga dapat diaplikasikan

*Poisson's ratio* merupakan sifat elastisitas batuan/lapisan bawah permukaan yang mengindikasikan tingkat rekahan yang mana bernilai lebih tinggi pada batuan yang tersaturasi air dari pada batuan normal [1]. Nilai *Poisson's ratio* dapat diketahui berdasarkan nilai kecepatan gelombang kompresi ( $V_p$ ) dan nilai kecepatan gelombang geser ( $V_s$ ). Kecepatan gelombang kompresi ( $V_p$ ) dilakukan dengan menggunakan metode seismik refraksi sedangkan kecepatan gelombang geser ( $V_s$ ) dilakukan dengan menggunakan metode MASW, dilakukan dua metode agar mendapatkan nilai  $V_p$  dan  $V_s$  di lokasi penelitian.

Metode seismik refraksi digunakan untuk mendapatkan gambaran dari lapisan bawah permukaan seperti penetapan daya dukung tanah dalam sebuah untuk mendapatkan struktur dangkal dari sumber panas bumi Seulawah Agam seperti yang sudah dilakukan oleh [3]. Metode MASW digunakan untuk mengetahui kondisi

elastis (kekauan) suatu tanah dalam bidang geoteknik. Metode ini memanfaatkan gelombang *Rayleigh* dalam mengidentifikasi litologi per lapisan medium padat di bawah permukaan [4].

**1.1 Rumusan Masalah**

Adapun permasalahan dari penelitian ini adalah bagaimana potensi likuifaksi berdasarkan kajian data *Poisson's ratio* yang didapatkan dari penelitian pada Kecamatan Meurah Dua, Kabupaten Pidie Jaya, serta berdasarkan kajian data *poisson's ratio*, bagaimana jenis litologi tanah di lokasi penelitian. Batasan masalahnya yaitu pengukuran dilakukan hanya pada tiga lintasan di daerah yang mengalami kerusakan infrastruktur.

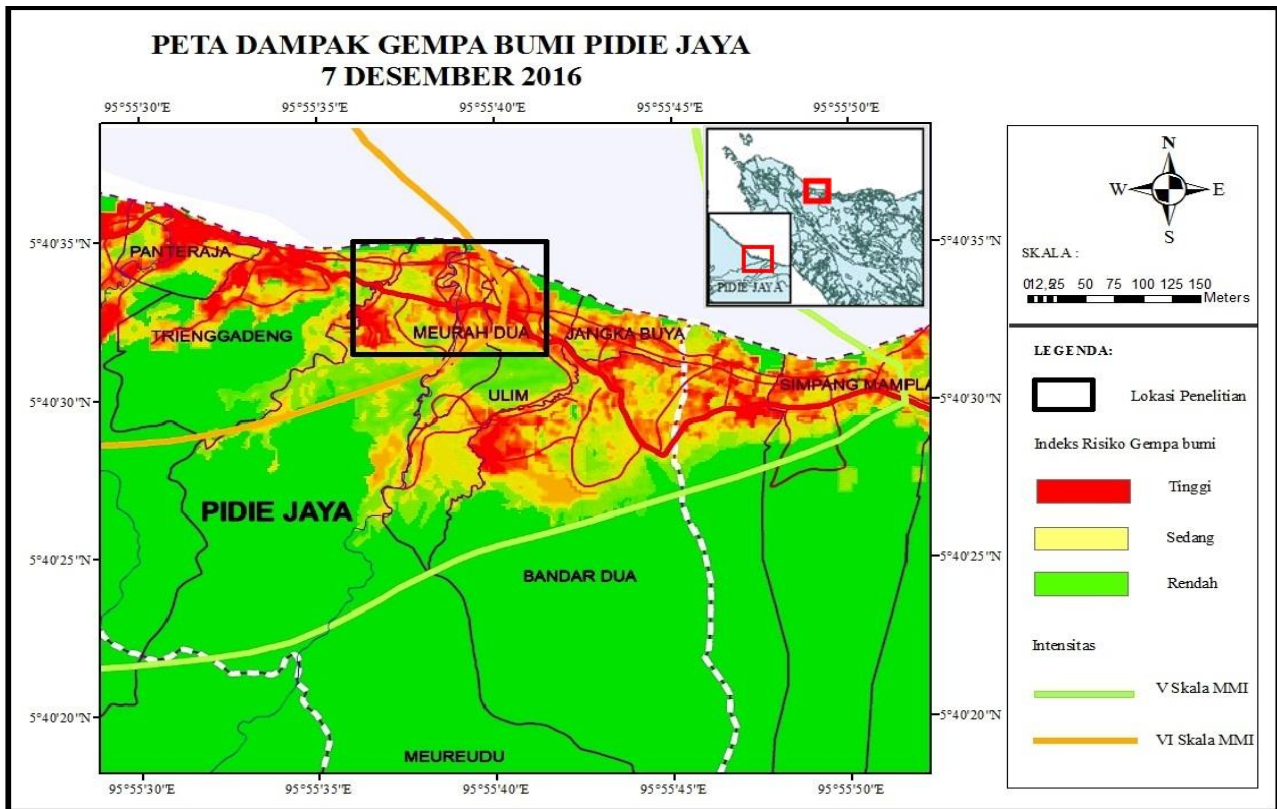
**1.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

- a. Mengetahui nilai *Poisson's ratio* dari setiap lokasi pengukuran.
- b. Mengetahui jenis litologi/jenis lapisan tanah berdasarkan profil 2D *Poisson's ratio*.
- c. Mengetahui potensi likuifaksi dari setiap lokasi pengukuran.

**2. Tinjauan Pustaka**

Getaran yang disebabkan oleh gempa cenderung besar pada tanah lunak dibandingkan pada tanah keras (bedrock) [5]. Gempa yang melanda Kabupaten Pidie Jaya pada tanggal 7 Desember 2016 dengan skala 6.5 Mw, menghancurkan banyak bangunan serta infrastruktur lainnya. Tingkat kerusakan yang terjadi pada Kabupaten Pidie Jaya termasuk dalam kategori parah, hal tersebut dibuktikan dengan banyaknya titik pusat gempa dengan VI skala MMI [6]. Peta dampak gempa bumi Pidie Jaya dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1 Peta Dampak Gempa Bumi Pidie Jaya [6]

*Poisson's ratio* yaitu ukuran regangan transversal terhadap regangan longitudinal atau perpanjangan tegangan normal yang terjadi akibat adanya perubahan tekanan [7]. Nilai *Poisson's ratio* 0 akan menunjukkan perubahan pori yang cukup besar sementara nilai *Poisson's ratio* 0,5 tidak menunjukkan perubahan pori yang cukup besar, *Poisson's ratio* juga dapat memiliki nilai negatif, hal tersebut akan terjadi pada daerah-daerah tertentu [8]. Porositas akan menurun apabila *Poisson's ratio* meningkat [9]. Nilai perkiraan Angka *Poisson's ratio* tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tanah pasir adalah tanah yang sering dianggap berpotensi besar akan terjadinya likuifaksi. Tanah dengan tipe bulat dan seragam yang memiliki volume pori yang

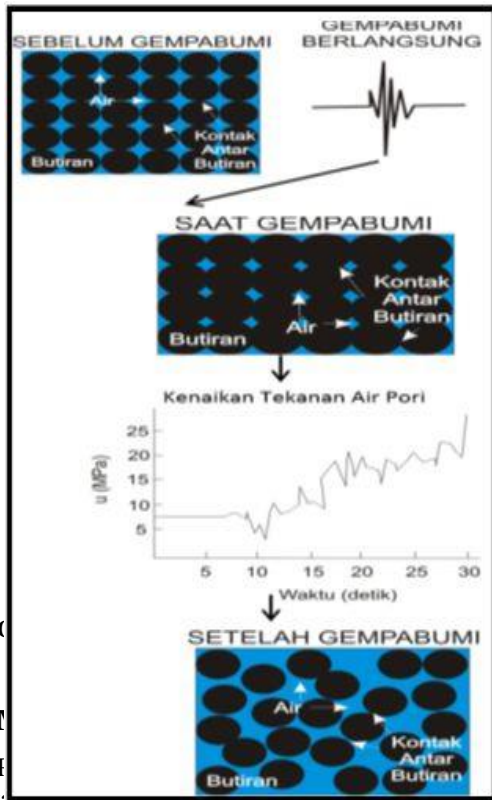
tinggi, tanah tipe ini juga memiliki potensi besar untuk terjadinya likuifaksi. Likuifaksi didefinisikan sebagai perubahan sifat tanah granular yang padat, kompak, kemudian menjadi seolah-olah cenderung bersifat cair akibat terjadi peningkatan tekanan air pori tanah secara bertahap, sehingga menyebabkan penurunan tegangan efektif tanah hingga mencapai nilai nol, atau dapat dikatakan bahwa tanah sudah tidak mampu lagi menumpu beban yang ada [10].

Tabel 1 Nilai Perkiraan Angka *Poisson's Ratio* Tanah [11]

No.	Macam Tanah	<i>Poisson's Ratio</i>
1.	Lempung Jenuh	0,40-0,50

2.	Lempung Tak Jenuh	0,10-0,30
3.	Lempung Berpasir	0,20-0,30
4.	Lanau	0,30-0,35
5.	Pasir Padat	0,20-0,40
6.	Pasir Kasar	0,15
7.	Pasir Halus	0,25
8.	Batu	0,10-0,40
9.	Loess	0,10-0,30

Mekanisme terjadinya likuifaksi akibat gempa bumi dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini:

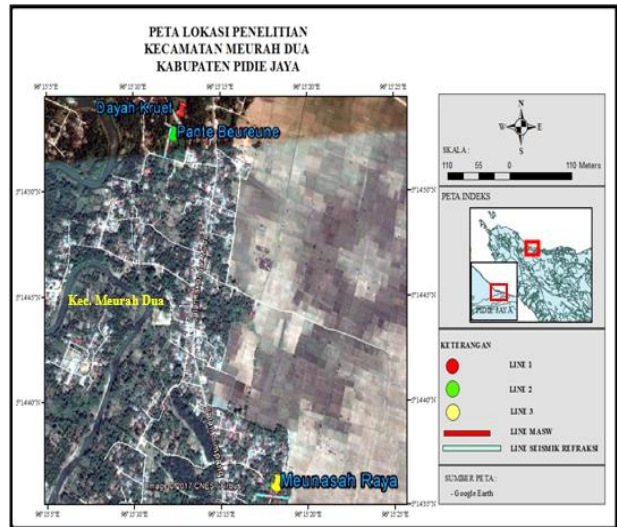


3. Tahap pemrosesan data seismik refraksi dan MASW di Kecamatan Meurah Dua, Pidie Jaya dan tahap kedua dilakukannya pengolahan data dan interpretasi data di laboratorium *Nearsurface Geophysics*, Program studi Teknik Geofisika Jurusan Teknik Kebumihan, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala.

**4. Hasil**

Fokus utama dalam penelitian ini yaitu mengetahui nilai *Poisson's ratio* dan potensi likuifaksi. Parameter *Poisson's ratio* dapat membedakan suatu lapisan bawah permukaan berdasarkan sifat porositasnya yaitu dengan

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran data seismik sebanyak tiga lintasan pada desa yang berbeda, dapat dilihat pada Gambar 3. Lintasan pertama dilakukan pada desa Dayah Kruet dengan titik koordinat 05.24871 °N dan 096.25921 °E, lintasan kedua pada desa Pante Beureune dengan titik koordinat 05.24784 °N dan 096.25871 °E, dan lintasan ketiga pada desa Meunasah Raya dengan titik koordinat 05.23639 °N dan 096. 26285 °E.



Gambar 3 Lokasi Pengukuran Data Seismik Refraksi dan MASW

**3.1 Tahap Pemrosesan Data**

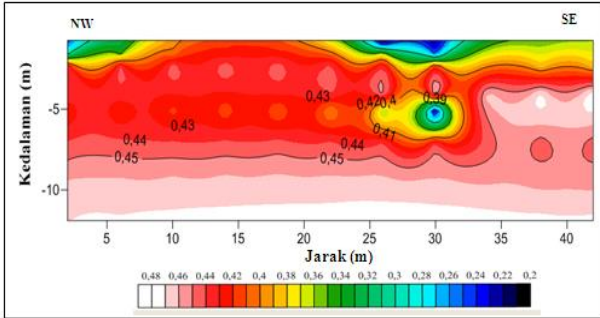
Tahapan pemrosesan data metode seismik refraksi menggunakan *software* ZondST2D. Pemrosesan tersebut dengan melakukan *picking first break* dengan menentukan waktu tiba gelombang pertama yang diterima oleh *geophone*. Apabila terdapat noise pada data maka akan dilakukan penapisan data, yaitu dengan teknik *band-pass filtering*. Untuk mendapatkan penampang 2D bawah permukaan dilakukan proses inversi, yaitu proses perhitungan nilai selisih antara *travel time* model dan *travel time* pengukuran di lapangan.

Pemrosesan data metode MASW menggunakan *software* SeisImager. *Software* ini melakukan proses dispersi dan proses inversi. Hasil yang didapatkan menggunakan metode MASW berupa *shoot gather* dalam domain waktu dan jarak. Proses dispersi dilakukan untuk mendapatkan nilai *phase velocity* dan frekuensi. Kecepatan gelombang geser sebagai fungsi kedalaman dilakukan dengan cara menginversikan kurva dispersi seluruh *shoot* yang diterima setiap *geophone*. Masing-masing *geophone* menghasilkan satu profil kecepatan gelombang geser terhadap kedalaman [5].

membandingkan kecepatan gelombang P dan kecepatan gelombang S. Hal tersebut juga dipengaruhi oleh medium yang dilewati oleh kedua kecepatan yang berbeda, dimana kecepatan gelombang P dapat melewati medium apa saja sedangkan kecepatan gelombang S tidak dapat melewati medium air dan rongga. Sehingga

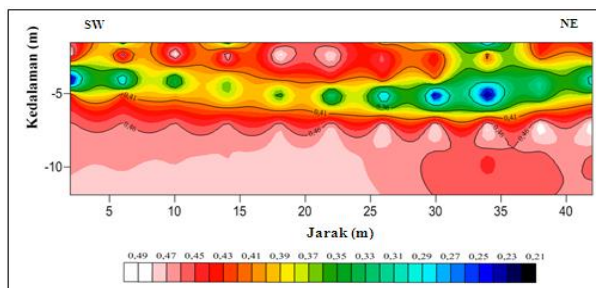
kecepatan gelombang P sangat dipengaruhi oleh tingkat kejenuhan (*Saturation*) suatu lapisan dan kecepatan gelombang S merupakan korelasi sangat baik dalam menentukan air pori. Kerusakan yang terjadi akibat likuifaksi dapat diprediksi dengan menggunakan kecepatan gelombang elastik.

Untuk mendapatkan suatu profil 2D *Poisson's ratio* diperlukan perbandingan nilai  $V_p$  dan  $V_s$  ratio terhadap jarak dan kedalaman. Profil 2D *Poisson's ratio* pada lintasan 1 dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4 Profil 2D *Poisson's ratio* pada lintasan 1

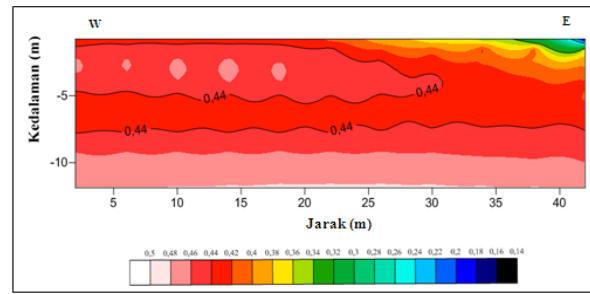
Distribusi *Poisson's ratio* memiliki nilai yang bervariasi. Variasi nilai *Poisson's ratio* dari nilai minimum sebesar 0,2 sampai nilai maksimum sebesar 0,45. Berdasarkan Bowles (1997) nilai 0,15 – 0,40 yang berada pada kedalaman 0 sampai 7 meter menunjukkan jenis lapisannya pasir. Sementara nilai 0,40 – 0,50 menunjukkan jenis lapisan lempung jenuh (*saturated clay*) yang berada pada kedalaman 7 sampai 12 meter. Lapisan yang berjenis pasir memiliki porositas yang lebih besar dibandingkan lapisan lempung jenuh. Berdasarkan nilai-nilai tersebut dapat diasumsikan bahwa lintasan 1 di desa Dayah Kruet memiliki potensi likuifaksi. Berbeda dengan profil 2D *Poisson's ratio* pada lintasan 2, dapat dilihat pada Gambar 5 sebagai berikut.



Gambar 5 Profil 2D *Poisson's ratio* pada lintasan 2

Variasi nilai *Poisson's ratio* dari nilai minimum sebesar 0,21 sampai nilai maksimum sebesar 0,49. Variasi nilai dapat dilihat dari perbedaan warna pada profil 2D. Berdasarkan Bowles (1997) nilai 0,15 – 0,40 yang berada pada kedalaman 0 sampai 7 meter menunjukkan jenis lapisannya pasir. Sementara nilai 0,40 – 0,50 menunjukkan jenis lapisan lempung jenuh (*saturated clay*) yang berada pada kedalaman 7 sampai 12 meter. Pada lintasan 2 lapisan pasir lebih dominan dibandingkan lapisan pasir pada lintasan 1. Berdasarkan nilai-nilai tersebut dapat diasumsikan bahwa lintasan 2 di desa Pante beureune memiliki potensi likuifaksi yang

besar. Berbeda dengan profil 2D *Poisson's ratio* pada lintasan 3, dapat dilihat pada Gambar 6 sebagai berikut.



Gambar 6 Profil 2D *Poisson's ratio* pada lintasan 3

Variasi nilai *Poisson's ratio* dari nilai minimum sebesar 0,14 sampai nilai maksimum sebesar 0,5. Dapat dilihat dari gambar tersebut nilai 0,14 – 0,38 sangat sedikit, dibandingkan dengan nilai 0,40 – 0,50. Berdasarkan Bowles (1997) nilai 0,15 – 0,38 yang berada pada kedalaman 0 sampai 4 meter yang menunjukkan jenis lapisannya pasir. Sementara nilai 0,40 – 0,50 yang berada pada kedalaman 4 sampai 12 meter, menunjukkan jenis lapisan lempung jenuh (*saturated clay*).

## Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai *Poisson's ratio* untuk desa Dayah Kruet 0,2 sampai 0,45, desa Pante Beureune 0,21 sampai 0,49 dan desa Meunasah Raya 0,22 sampai 0,5.
2. Nilai *Poisson's ratio* menunjukkan adanya litologi berupa pasir (*sand*) dan lempung jenuh (*saturated clay*) untuk setiap lokasi pengukuran.
3. Potensi likuifaksi terbesar dari setiap lokasi pengukuran yaitu desa Pante Beureune dan potensi likuifaksi terkecil desa Meunasah Raya.
4. Nilai *Poisson's ratio* yang didapatkan memberikan petunjuk yang sama dengan akibat yang ditimbulkan oleh gempa bumi 7 Desember 2016 yang terjadi pada Kabupaten Pidie Jaya.

## 5. Daftar Pustaka

- [1] Mariyanto., Santosa, B.J., Bahri, A. S., Kusnadi, Y. 2013. Estimasi *Poisson's ratio* untuk Analisis Derajat Saturasi Air pada reservoir Geothermal Menggunakan Data MEQ, Jurnal Sains dan seni: Publikasi Online Mahasiswa ITS, Vol. 2 No. 2, Surabaya.
- [2] Grant FS, West GF. 1965. Interpretation Theory in Applied Geophysics, New York: McGraw Hill, p.583
- [3] Asrillah, Marwan, A, & Fachrianta, T, R. 2015. Seismic Refraction Tomography (SRT) Study to Characterize Potential Resouce of Ie Jue's Geothermal Field of Seulawah Agam Volcano, Aceh Besar-Indonesia. 11873-11881.

- [4] Rosyidi, S.A., Tha, M.R. dan Nayan, K.A.M., 2005a. Assesing In Situ Dynamic Stiffness of Pavement Layers with Simple Seismik Test. Proceeding of International seminar and Exhibition on Road Construction, 26 May 2005. Semarang.p. 15- 24
- [5] Rusydy, I., Djamaluddin, K., Fatimah, E., Syafrizal, S. dan Andika, F. 2016. Studi Awal: Analisa Kecepatan Gelombang Geser (Vs) Pada Cekungan Takengon Dalam Upaya Mitigasi Gempa Bumi. Jurnal Teknik Sipil, 6(1), 1-12.
- [6] Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). 2016. Peta Dampak Gempabumi Pidie Jaya. <http://geospasial.bnpb.go.id/wp-content/uploads/2016/12/dampak-gempabumi-aceh.jpg>. Diakses pada hari senin, 13 Maret 2017 pukul 08.30 wib.
- [7] Okwueze, E.E. 1998. Mapping Bedrock Suface and Lithology with Seismic Refraction. Journal of Mining Geology, 27, 16-27.
- [8] Eissien, U. E., Akankpo, A. O., Igboekwe, M. U. 2014. Poissos's Ratio of Surface Soils and Shallow Sediment Determined from Seismic Compressional and Shear Wave Velovities. International Journal of Geosciences, 5, 1540-1546.
- [9] Koefoed, O., Oosterveld, M. M. & Alons, I. J. G. 1963. A laboratory investigation into the elastic properties of limestone. Geophys. Prosp. 11, 300-312.
- [10] Youd, T.L., Idriss, I.M., Andrus, R.D., Arango, I., Castro, G., Christian, J.T., Dobry, R., Finn, W.D.L., Harder, L.F., Hynes, M.E., Ishihara, K., Koester, J.P., Liao, S.S.C., Marcuson, W.F., Martin, G.R., Mitchell, J.K., Moriwaki, Y., Power, M.S., Robertson, P.K., Seed, R.B. and Stokoe, K.H. 2001. Liquefaction Resistance of Soils: Summary Report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshops on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 127, 297-313.
- [11] Bowles, J.E. 1997. Foundation Analysis and Design, Fifth Edition. Washinton D.C.
- [12] Seed, H. B. and Idriss, I. M. 1982. Ground Motions and Soil Liquefaction Potential, Journal of Soil Mechanics & Fondations Division, ASCE, 97 (SM9), 1249-1273.