



TUGAS AKHIR - RF184838

ANALISIS *POISSON'S RATIO* UNTUK REKOMENDASI PERENCANAAN FONDASI BANGUNAN MENGGUNAKAN METODE SEISMIK REFRAKSI DAN *MULTICHANNEL ANALYSIS SURFACE WAVE* (STUDI KASUS : KECAMATAN MANYAR, KABUPATEN GRESIK)

NADYA MEILITA
0341154000032

DOSEN PEMBIMBING :
Dr. WIDYA UTAMA, DEA.
FIRMAN SYAIFUDDIN, S.Si, M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK GEOFISIKA
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



TUGAS AKHIR - RF184838

ANALISIS *POISSON'S RATIO* UNTUK REKOMENDASI PERENCANAAN FONDASI BANGUNAN MENGGUNAKAN METODE SEISMIK REFRAKSI DAN *MULTICHANNEL ANALYSIS SURFACE WAVE* (STUDI KASUS : KECAMATAN MANYAR, KABUPATEN GRESIK)

NADYA MEILITA
0341154000032

DOSEN PEMBIMBING :
Dr. WIDYA UTAMA, DEA.
FIRMAN SYAIFUDDIN, S.Si, M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK GEOFISIKA
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT - RF184838

***POISSON'S RATIO ANALYSIS FOR BUILDING FOUNDATION
PLANNING RECOMMENDATIONS USING REFRACTION AND
MULTICHANNEL ANALYSIS SURFACE WAVE METHODS
(STUDY CASE : SUB-DISTRICT MANYAR, DISTRICT GRESIK)***

NADYA MEILITA
0341154000032

ADVISORS :
Dr. WIDYA UTAMA, DEA.
FIRMAN SYAIFUDDIN, S.Si, M.T.

**GEOPHYSICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil, Environmental and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh

Nama : Nadya Meilita

NRP : 0341 15 40000 032

Departemen : Teknik Geofisika

Judul Tugas Akhir : Analisis Poisson's Ratio untuk Rekomendasi Perencanaan Fondasi Bangunan menggunakan Metode Seismik Refraksi dan *Multichannel Analysis Surface Wave* (Studi Kasus : Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan tim penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 15 Juli 2019

1. **Dr. Widya Utama, DEA.**
NIP. 19611024 198803 1 001 (Pembimbing I)
2. **Firman Syaifuddin, S.Si, M.T.**
NIP. 19840911 201404 1 001 (Pembimbing II)
3. **Dr. Ayi Syaeful Bahri, S.Si., M.T.**
NIP. 19690906 199702 1 001 (Penguji I)
4. **Nita Ariyanti, M.Eng.**
(Penguji II)

Mengetahui :

Kepala Laboratorium Petrofisika
Departemen Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember



Wien Lestari, S. T., M. T.
NIP. 19811002 201212 2 003

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**ANALISIS *POISSON'S RATIO* UNTUK REKOMENDASI
PERENCANAAN FONDASI BANGUNAN MENGGUNAKAN
METODE SEISMIK REFRAKSI DAN *MULTICHANNEL ANALYSIS
SURFACE WAVE* (STUDI KASUS : KECAMATAN MANYAR,
KABUPATEN GRESIK)**

Nama : Nadya Meilita
NRP : 0341154000032
Departemen : Teknik Geofisika
Pembimbing : Dr. Widya Utama, DEA
Firman Syaifuddin, S.T., M.T.

ABSTRAK

Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik merupakan salah satu wilayah dengan pembangunan industri yang luas. Pada kompleks industri yang luas umumnya berisikan bangunan bertingkat. Oleh karena itu pemahaman mengenai kondisi bawah permukaan diperlukan, sehingga resiko kegagalan bangunan dapat dihindari. Metode seismik refraksi dan *Multichannel Analysis Surface Wave (MASW)* dipilih untuk mendapatkan karakteristik nilai V_p dan V_s . Nilai V_p dan V_s tersebut kemudian dihitung untuk menghitung nilai *Poisson's Ratio*. Nilai V_p , V_s dan *Poisson's Ratio* ini dapat memberikan rekomendasi perencanaan fondasi bangunan dalam bidang ilmu geofisika. Hasil penelitian menghasilkan nilai V_p pada kedalaman 0 meter – 3 meter berada pada rentang 1212,8 m/s – 2.342,62 m/s dan nilai V_s sebesar 737,15 m/s – 991,62 m/s. Lapisan pada kedalaman ini diinterpretasikan sebagai lapisan karbonat dengan kondisi tersaturasi air (jenuh). Sedangkan kedalaman diatas 3 meter nilai V_p berada pada rentang 477 m/s – 876,07 m/s dan nilai V_s sebesar 296,44 m/s – 548,7 m/s diinterpretasikan sebagai endapan lempung dengan kondisi endapan tidak tersaturasi. Hasil perhitungan didapatkan nilai *Poisson's Ratio* pada kedalaman 0 meter – 3 meter bernilai 0,3 – 0,45 menunjukkan kondisi lapisan yang tersaturasi air (jenuh). Sedangkan pada kedalaman di atas 3 m nilai *Poisson's Ratio* dibawah 0,3 menunjukkan kondisi lapisan tidak tersaturasi air (kering). Lapisan karbonat berperan penting untuk menstabilkan kondisi tanah. Lapisan karbonat juga berfungsi sebagai penimbun bagi lempung sehingga menyebabkan lapisan lempung menjadi lebih padat dan keras.

Kata Kunci: Kecepatan Gelombang-P (V_p), Kecepatan Gelombang-S, Metode *Multichannel Analysis Surface Wave (MASW)*, Metode Seismik Refraksi, *Poisson's Ratio*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**POISSON'S RATIO ANALYSIS FOR BUILDING FOUNDATION
PLANNING RECOMMENDATIONS USING REFRACTION AND
MULTICHANNEL ANALYSIS SURFACE WAVE METHODS (STUDY
CASE : SUB-DISTRICT MANYAR, DISTRICT GRESIK)**

Student Name : Nadya Meilita
Student ID Number : 03411540000032
Department : Teknik Geofisika
Advisor : Dr. Widya Utama, DEA
Firman Syaifuddin, S.T., M.T.

ABSTRACT

Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik is one of the areas with industrial construction. In a massive industrial complexes, contains multi-storey buildings. The knowledge of the subsurface layer condition are needed in the building plans, so the risk of building failure can be avoided. Seismic refraction method and Multichannel Analysis Surface Wave (MASW) methods are selected to get the characteristics values of V_p and V_s . The V_p and V_s values then calculated to obtain the Poisson's Ratio value. From the results of the research, the V_p value of 0 meters - 3 meters depth is in the range from 1212.8 m/s - 2,342.62 m/s and the V_s values is in the range of 737.15 m/s - 991.62 m/s interpreted as carbonate layer and in the water saturated condition. While the depth above 3 meters V_p value is in the range of 477 m/s - 876.07 m/s and V_s values in the range of 296.44 m/s - 548.7 m/s interpreted as clay deposits and in the condition of air/gas saturated. The value of Poisson's Ratio at a depth of 0 meters - 3 meters is in the range of 0.3 - 0.45 indicating the condition of the saturated (water saturated) layer. While the depths above 3 meters the Poisson's Ratio value is below 0.3 indicates the condition of the (dry/gas saturated) unsaturated layer. To plan the building foundation, the carbonate layer is important to stabilize the ground conditions. The carbonate layer also act as a load for clay, causing the clay layer to become denser and harder.

Keywords: Multichannel Analysis Surface Wave (MASW) Method, Poisson's Ratio, Seismic Refraction Method, Velocity of P-Wave (V_p), Velocity of S-Wave (V_s)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena dengan rahmat dan ridho-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir dengan judul “Analisis *Poisson’s Ratio* untuk Rekomendasi Perencanaan Fondasi Bangunan menggunakan Metode Seismik Refraksi dan *Multichannel Analysis Surface Wave* (Studi Kasus : Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik)” dapat terselesaikan.

Pelaksanaan penelitian dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Mama (Rahmawati), Papa (Ir. Yuspik Armi), Lidya, Fauzan, Fadlan serta semua keluarga besar atas dukungan dan doa yang selalu ditujukan kepada penulis selama studi terutama pada proses Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Widyia Utama, DEA. serta Bapak Firman Syaifuddin, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing.
3. Seluruh dosen dan staf akademik Departemen Teknik Geofisika ITS yang selalu mendukung penulis selama menjalankan studi di Departemen Teknik Geofisika ITS.
4. Kharis Aulia Alam yang selama ini menyemangati dan menemani di waktu senang maupun sedih.
5. Tim JIPE (Sasa, Faiz, Widodo, Billy, Mirza, Risky dan Mas Taufik), terimakasih telah menjadi tim yang hebat dalam menjalani seluruh proses selama kurang lebih satu semester ini.
6. Teman dekat penulis selama perkuliahan, Naomi dan Indah yang telah berbagi dan membantu penulis selama ini. Serta seluruh teman-teman TG04 (Mahasiswa Teknik Geofisika ITS angkatan 2015) yang sejak awal berjuang bersama-sama sampai akhir.
7. Teman – teman penulis diluar Departemen Teknik Geofisika ITS, Intan, Ingga, Khansa, Manda, Meli, Dhanti, Febri, Alvi, Anisah, Indira dan Farchan atas dukungan dan doanya dimanapun dan kapanpun.
8. Mas Fani dan Mas Novritsa yang sudah membantu dan memberikan saran yang dibutuhkan penulis selama pengerjaan tugas akhir ini berlangsung.
9. Seluruh Mahasiswa Teknik Geofisika ITS mulai angkatan 2012 sampai 2018 yang telah mengajarkan, menemani serta mendukung penulis selama studi di Departemen Teknik Geofisika ITS.
10. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan dan hasil Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat

diharapkan. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi penulis pribadi maupun bagi pembaca.

Surabaya, 19 Juli 2019

Nadva Meilita

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “Analisis *Poisson’s Ratio* untuk Rekomendasi Perencanaan Fondasi Bangunan menggunakan Metode Seismik Refraksi dan *Multichannel Analysis Surface Wave* (Studi Kasus : Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik)” adalah benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 19 Juli 2019

Nadya Meilita
NRP. 0341 15 40000 032

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	iii
KATA PENGANTAR	v
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	1
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Target Luaran	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Dasar Teori	3
2.1.1 Geologi Regional	3
2.1.2 Fondasi Bangunan	5
2.1.3 Metode Geofisika	6
2.1.3.1 Metode Seismik Refraksi	6
2.1.3.2 Metode Multichannel Analysis Surface Wave (MASW)	7
2.1.4 Gelombang Seismik	8
2.1.4.1 Kecepatan Gelombang Primer (V_p)	8
2.1.4.2 Kecepatan Gelombang Sekunder (V_s)	9
2.1.5 <i>Poisson's Ratio</i>	11
2.2 Penelitian Sebelumnya	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Data dan Perangkat Lunak	14
3.1.1 Data	14
3.1.2 Perangkat Lunak	15
3.2 Alur Penelitian	15
3.3 Alur Akuisisi Data	19
3.4 Alur Pengolahan Data	19
3.4.1 Pengolahan Data Refraksi	19
3.4.1.1 Filtering dan Input Geometri	19
3.4.1.2 Picking First Break dan Inversi	21
3.4.2 Pengolahan Data <i>Multichannel Analysis Surface Wave</i> (MASW) ..	22
3.4.2.1 Filtering Data MASW	22

3.4.2.2 Pengolahan Data MASW menggunakan Software Inversi MASW	22
3.5 Pengolahan Nilai <i>Poisson's Ratio</i>	25
3.6 Pemodelan 3D parameter <i>Poisson's Ratio</i>	25
3.7 Jadwal Penelitian	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Analisis Data	29
4.2 Hasil Pengolahan	30
4.2.1. Hasil Pengolahan Seismik Refraksi	30
4.2.2 Hasil Pengolahan <i>Multichannel Analysis Surface Wave</i> (MASW). 32	
4.3 Analisis Nilai V_p dan V_s	37
4.4 Hasil Perhitungan <i>Poisson's Ratio</i>	39
4.5 Hasil Pemodelan <i>Poisson's Ratio</i>	41
4.6 Analisis untuk Perencanaan Fondasi	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	xii
LAMPIRAN	xiv
PROFIL PENULIS	xvii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta Geologi Lembar Surabaya-Sapulu (Supandjono dkk., 1992)..	4
Gambar 2.2	Kondisi lokasi penelitian saat ini (lapisan atas berupa lapisan karbonat) (Dokumen Pribadi, 2019)	5
Gambar 2.3	Ilustrasi fondasi dangkal bangunan. Parameter yang mempengaruhi meliputi lebar dan panjang plat tumpuan (B dan L) dan gaya aksial (P). Sehingga didapatkan kapasitas daya dukung tanah (q_0) dengan mengetahui bobot satuan tanah (D). (Bowles, 1996)	6
Gambar 2.4	Gelombang langsung, bias dan gelombang pantul (Refrizon, 2008)	6
Gambar 2.5	Ilustrasi akuisisi data metode <i>Multichannel Analysis Surface Wave</i> (MASW) (C. B. Park, 2005)	8
Gambar 2.6	Penjalaran gelombang P (P-wave) (Bolt, 1982).....	9
Gambar 2.7	Penjalaran gelombang S (Shear wave) (Bolt, 1982)	10
Gambar 2.8	Rata-rata Poisson's Ratio pada beberapa jenis litologi (Annisa, 2018; Schön, 2015)	12
Gambar 3.1	Lintasan Akuisisi Pengukuran Seismik Refraksi dan MASW (Dokumen Pribadi, 2019).....	14
Gambar 3.2	Alur penelitian secara umum, terdapat 3 bagian utama yaitu Pre-Akuisisi, Pengolahan Data Akuisisi dan Pengolahan Poisson's Ratio	17
Gambar 3.3	Alur pengolahan data seismik refraksi menggunakan software inversi seismik refraksi	17
Gambar 3.4	Alur pengolahan data MASW menggunakan software inversi MASW	18
Gambar 3.5	Desain akuisisi data.....	19
Gambar 3.6	Data tras seismik Lintasan 4 shot 5	19
Gambar 3.7	Data tras seismik setelah proses filtering (refraksi)	20
Gambar 3.8	Tabel geometri setelah dilakukan input geometri	20
Gambar 3.9	Proses picking first break pada data tras seismik	21
Gambar 3.10	Penampang 2D hasil inversi data seismik refraksi	22
Gambar 3.11	Data tras seismik setelah proses filtering (MASW)	22
Gambar 3.12	Hasil crop seismogram tras seismik pada gelombang Rayleigh .	23
Gambar 3.13	Kurva dispersi yang telah di picking	24
Gambar 3.14	Profil 1D Vs hasil proses inversi	24
Gambar 3.15	Hasil pemodelan 3D parameter Poisson's Ratio	26

Gambar 3.16 Rencana dan Realisasi Jadwal Penelitian	26
Gambar 4.1 Salah satu data RAW tras seismik hasil akuisisi data	30
Gambar 4.2 Penampang 2D Vp Lintasan 1	30
Gambar 4.3 Penampang 2D Vp Lintasan 2	31
Gambar 4.4 Penampang 2D Vp Lintasan 3	31
Gambar 4.5 Penampang 2D Vp Lintasan 4	32
Gambar 4.6 Profil 1D nilai Vp dan Vs terhadap kedalaman untuk Lintasan arah Utara -Selatan, a. Lintasan 1, b. Lintasan 2 dan c. Lintasan 3 ...	37
Gambar 4.7 Profil 1D nilai Vp dan Vs terhadap kedalaman untuk Lintasan arah Barat – Timur atau Lintasan 4	38
Gambar 4.8 Profil 1D nilai Poisson’s Ratio terhadap kedalaman untuk seluruh lintasan akuisisi. Tiap warna dan simbol berbeda menunjukkan nilai Poisson’s Ratio tiap lintasan	39
Gambar 4.9 Plotting nilai Vp/Vs, Poisson’s Ratio dan Kedalaman. Tiap simbol berbeda menunjukkan perbedaan lintasan. Selanjutnya adalah perbedaan warna yang menunjukkan clustering lapisan berdasarkan nilai Poisson’s Ratio dan Vp/Vs	41
Gambar 4.10 Pemodelan Poisson’s Ratio dengan skala nilai Poisson’s Ratio telah disesuaikan berdasarkan referensi Schön, (2015) (Tabel 2.7). Gambar a. model menghadap selatan dan b. model menghadap utara	42
Gambar 4.11 Hasil cross section model 3D pada lintasan 2 dan lintasan 4. Gambar a. model menghadap timurlaut dan b. model menghadap baratdaya.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kecepatan gelombang P pada beberapa lapisan batuan bawah permukaan (Burger, 1992).....	9
Tabel 2.2 Kecepatan gelombang S pada beberapa lapisan batuan bawah permukaan (Bisch dkk., 2012)	10
Tabel 2.3 Tipe material berdasarkan nilai Poisson's Ratio (Davidovici, 1985)	12
Tabel 2.4 Hasil penelitian yang dilakukan oleh Deyan (2016).....	12
Tabel 3.1 Koordinat Lintasan Pengukuran	14
Tabel 3.2 Parameter model awal.....	23
Tabel 3.3 Hasil proses inversi.....	24
Tabel 4.1 Parameter akuisisi data di lapangan.....	29
Tabel 4.2 Nilai Vs Lintasan 1	33
Tabel 4.3 Nilai Vs Lintasan 2	34
Tabel 4.4 Nilai Vs Lintasan 3	35
Tabel 4.5 Nilai Vs Lintasan 4	36

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik merupakan wilayah pembangunan pabrik industri yang luas. *Java Integrated Industrial and Port Estate (JIIFE)* sebagai salah satu kompleks industri di daerah tersebut tentunya akan melakukan pembangunan pabrik atau bangunan lainnya. Pada proses pembangunan pabrik khususnya pabrik bertingkat perlu diketahui kondisi struktur bawah permukaan. Suatu bangunan lebih baik didirikan di atas batuan dasar. Hal tersebut dapat mengurangi kemungkinan resiko kegagalan gedung (Yohanella dan Legowo, 2014).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Muttaqin (2013), perubahan garis Pantai Tanjungwidoro menggunakan data citra satelit menunjukkan abrasi rata-rata sepanjang 135,15 m/tahun untuk tahun 1999 – 2006. Sedangkan mulai tahun 2006 – 2003 perubahan rata-rata garis pantai menurun sepanjang 82,10 m/tahun. Karena perubahan garis pantai tersebut, pemahaman mengenai kondisi bawah permukaan diperlukan untuk memberikan rekomendasi perencanaan fondasi bangunan. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam menganalisis kondisi bawah permukaan tersebut adalah metode seismik refraksi dan *Multichannel Analysis Surface Wave (MASW)*. Dari akuisisi data yang dilakukan, didapatkan nilai kecepatan gelombang-P (V_p) dan kecepatan gelombang-S (V_s). Kedua nilai tersebut melalui proses perhitungan untuk kemudian menghasilkan nilai *Poisson's Ratio*. Nilai *Poisson's Ratio* tersebut dianalisis untuk mengetahui kondisi lapisan bawah permukaan (Deyan, 2016).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana nilai kecepatan gelombang-P (V_p) dan gelombang-S (V_s) lapisan di lokasi penelitian?
2. Bagaimana hubungan antara kecepatan gelombang-P (V_p), gelombang-S (V_s) serta *Poisson's Ratio* pada lapisan di lokasi penelitian?
3. Bagaimana analisis nilai *Poisson's Ratio* untuk rekomendasi perencanaan fondasi bangunan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Akuisisi data dilakukan dengan menggunakan metode seismik refraksi dan *Multichannel Analysis Surface Wave (MASW)*
2. Penentuan karakteristik bawah permukaan menggunakan nilai *Poisson's Ratio* hasil akuisisi data seismik refraksi dan *Multichannel Analysis Surface Wave (MASW)*

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui nilai kecepatan gelombang-P (V_p) dan gelombang-S (V_s) lapisan di lokasi penelitian.
2. Memahami hubungan antara kecepatan gelombang-P (V_p) dan gelombang-S (V_s) pada lapisan di lokasi penelitian.
3. Menganalisis nilai *Poisson's Ratio* untuk rekomendasikan perencanaan fondasi bangunan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah memberikan rekomendasi perencanaan fondasi bangunan dengan menggunakan parameter geofisika. Parameter geofisika tersebut meliputi nilai V_p , V_s , dan *Poisson's Ratio* dari akuisisi lapangan metode seismik refraksi dan *Multichannel Analysis Surface Wave* (MASW).

1.6 Target Luaran

Hasil penelitian yang telah dilakukan penulis diharapkan dapat menjadi salah satu jurnal Geosaintek ITS dan/atau *paper* yang diikutsertakan dalam perlombaan tingkat Nasional.

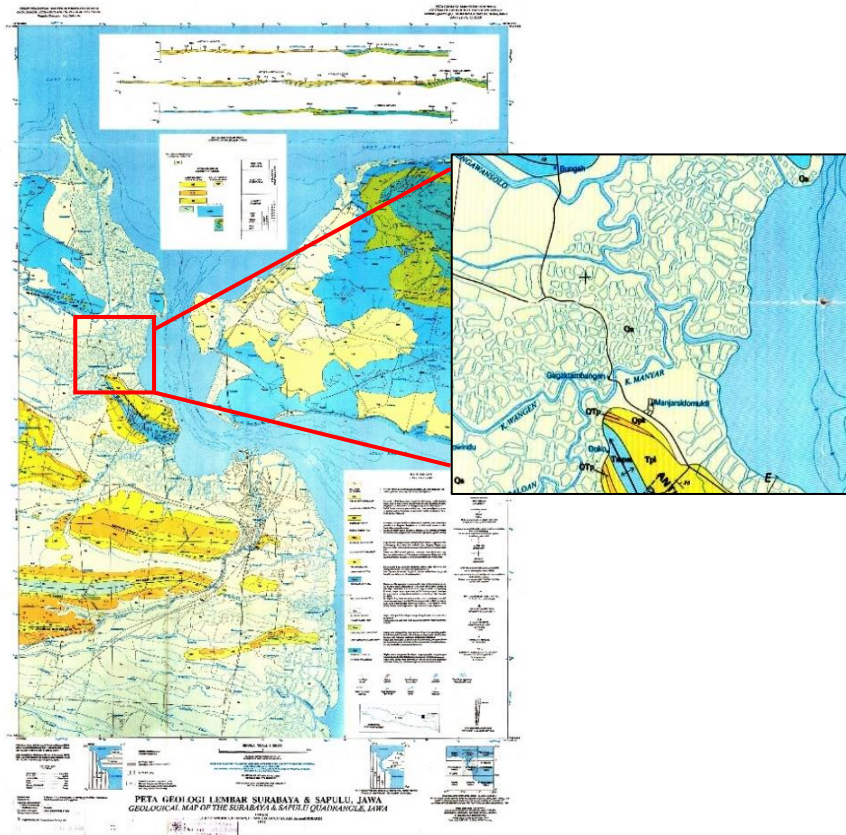
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Teori

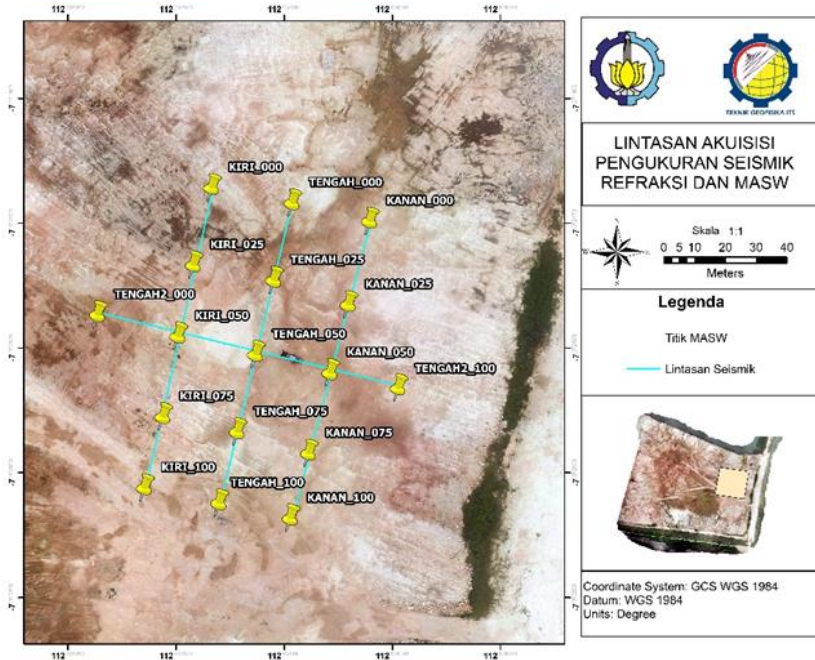
2.1.1 Geologi Regional

Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik merupakan daerah dengan kondisi geologi berupa endapan aluvium (Qa) yang didominasi oleh lempung (Gambar 2.1). Endapan aluvium ini terbentuk pada masa Holosen yang berbatasan langsung dengan Laut Selat Madura. Endapan sedimen sepanjang Selat Madura dibentuk oleh endapan pantai yang masuk ke daratan sampai ± 5 km. Endapan pantainya terdiri dari lempung lanau dan lempung kelanauan, sisipan tipis-tipis yang pada umumnya mengandung banyak kepingan kerang di beberapa tempat (Bahri dan Madlazim, 2012). Berdasarkan Peta Geologi Lembar Surabaya dan Sapulu, endapan aluvium di daerah penelitian terdiri atas kerikil, pasir, lempung, dan pecahan cangkang fosil di beberapa tempat (Supandjono dkk., 1992).



Gambar 2.1 Peta Geologi Lembar Surabaya-Sapulu (Supandjono dkk., 1992)

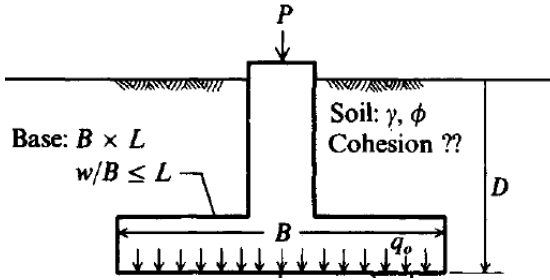
Akan tetapi, pada lokasi penelitian tersebut kondisi lapisan bawah permukaan sudah tidak seperti yang dijelaskan pada Gambar 2.1. Kondisi saat ini menunjukkan bahwa lapisan penutup setebal 3 - 5 meter sudah digantikan dengan batuan karbonat dan diikuti dengan lapisan aslinya yaitu endapan lempung. Kondisi lokasi penelitian saat ini dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Kondisi lokasi penelitian saat ini (lapisan atas berupa lapisan karbonat) (Dokumen Pribadi, 2019)

2.1.2 Fondasi Bangunan

Fondasi merupakan bagian bangunan yang menghubungkan bangunan dengan tanah, yang menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri, beban yang bekerja, dan gaya-gaya luar seperti tekanan angin dan gempa bumi (Frick, 2001). Beberapa fungsi penting fondasi diantaranya sebagai kaki bangunan, sebagai landasan atau alas bangunan, meneruskan beban dari atas ke dasar tanah, sebagai penahan bangunan dari tekanan angin dan gempa bumi serta sebagai penjaga agar kedudukan bangunan stabil. Dengan mempertimbangkan fungsi penting dari fondasi, maka dapat disimpulkan bahwa pembangunan fondasi perlu dilakukan diatas batuan atau lapisan yang keras. Jika dalam pembangunan fondasi dilakukan pada lapisan lunak (tidak keras) dapat mengakibatkan potensi kegagalan bangunan (Maemunah, 2018).



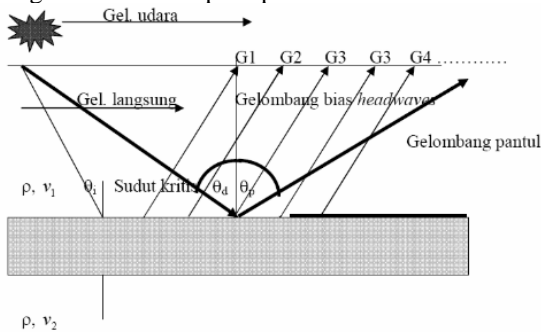
Gambar 2.3 Ilustrasi fondasi dangkal bangunan. Parameter yang mempengaruhi meliputi lebar dan panjang plat tumpuan (B dan L) dan gaya aksial (P). Sehingga didapatkan kapasitas daya dukung tanah (q_0) dengan mengetahui bobot satuan tanah (D). (Bowles, 1996)

Pada Gambar 2.3 merupakan ilustrasi dari fondasi dangkal bangunan, menurut Bowles (1996) memiliki klasifikasi fondasi berdasarkan sebuah beban ditahan oleh tanah. Fondasi dangkal adalah fondasi yang memiliki kedalaman setara ketika nilai $D/B \leq 1$ seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3. Fondasi dangkal dipilih saat beban struktur tidak akan memberikan dampak penurunan yang berlebih pada lapisan tanah dibawah struktur fondasi (Zaky, 2014).

2.1.3 Metode Geofisika

2.1.3.1 Metode Seismik Refraksi

Seismik refraksi memiliki prinsip penjalaran gelombang yang terbiaskan pada bidang batas. Perambatan gelombang yang terbiaskan pada kondisi kritis kemudian akan menjalar di sepanjang bidang batas. Menurut prinsip Huygens, tiap titik pada bidang batas tersebut merupakan sumber gelombang baru yang merambat ke segala arah, gelombang tersebut kemudian lebih dikenal sebagai *headwave* seperti pada Gambar 2.4 berikut :



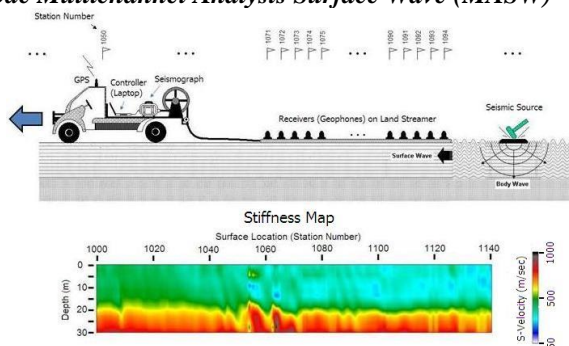
Gambar 2.4 Gelombang langsung, bias dan gelombang pantul (Refrizon, 2008)

Pada metode ini, gelombang yang muncul setelah sinyal pertama (*firstbreak*) diabaikan. Hal ini dilakukan karena gelombang seismik refraksi merambat paling cepat dibandingkan dengan gelombang lainnya. Kecuali pada jarak *offset* yang relatif dekat sehingga yang dibutuhkan adalah waktu pertama kali gelombang diterima oleh setiap *receiver* (Zulfikar, 2018). Parameter jarak dan waktu penjalaran gelombang dihubungkan dengan cepat rambat gelombang dalam medium. Besarnya kecepatan rambat gelombang tersebut dikontrol oleh sekelompok konstanta fisis yang ada dalam material yang dikenal sebagai parameter elastisitas. Elastisitas batuan yang berbeda-beda menyebabkan gelombang merambat melalui lapisan batuan dengan kecepatan yang berbeda-beda (Nurdiyanto dkk., 2011).

Metode seismik refraksi menerapkan waktu tempuh pertama tiba gelombang didalam perhitungannya. Gelombang P memiliki kecepatan lebih besar dibandingkan dengan kecepatan gelombang S. Sehingga pada metode refraksi, waktu datang gelombang P yang digunakan dalam proses perhitungan (Annisa, 2018). Menurut Setiawan B. (2008), gelombang yang dapat diterima sinyalnya oleh *receiver* dapat berupa gelombang langsung (*direct wave*), gelombang refleksi (*reflection wave*), ataupun gelombang refraksi (*refraction wave*). Pada jarak *offset* (jarak *geophone* dengan sumber seismik) yang relatif dekat, gelombang yang paling cepat diterima oleh *receiver* adalah gelombang langsung dan gelombang yang paling lama diterima adalah gelombang refleksi (Setiawan B., 2008).

Selanjutnya data waktu dan jarak pada kurva *travel-time* diterjemahkan menjadi penampang seismik dan dilanjutkan sampai menjadi penampang geologi. Proses ini merupakan proses terakhir dalam metode seismik refraksi, dengan melakukan interpretasi hasil data penampang seismik menjadi data bawah permukaan yang akurat (Nurdiyanto dkk., 2011).

2.1.3.2 Metode Multichannel Analysis Surface Wave (MASW)



Gambar 2.5 Ilustrasi akuisisi data metode *Multichannel Analysis Surface Wave* (MASW) (C. B. Park, 2005)

Metode geofisika banyak berkembang dalam investigasi lapisan atau struktur bawah permukaan. Salah satunya yaitu pengembangan metode geofisika untuk investigasi dekat permukaan. Pada awalnya, metode seismik konvensional dimanfaatkan untuk investigasi dekat permukaan, namun hasil yang didapatkan kurang efektif. Hal ini disebabkan metode seismik konvensional memiliki frekuensi yang cukup tinggi (sekitar >50 Hz) sehingga penjalaran *wavelet*-nya tidak bisa mencapai kedalaman yang diinginkan, selain itu pada seismik konvensional juga terdapat banyak sekali sinyal yang tidak dibutuhkan dalam investigasi dekat permukaan (gelombang refraksi dan refleksi). Sehingga dalam pengolahan datanya dibutuhkan waktu yang cukup lama (C. B. Park, 2005). Metode *Multichannel Analysis Surface Wave* merupakan salah satu solusi yang tepat dalam menyelesaikan permasalahan tersebut. Ilustrasi untuk metode MASW dapat dilihat pada Gambar 2.5 diatas.

2.1.4 Gelombang Seismik

2.1.4.1 Kecepatan Gelombang Primer (V_p)

Kecepatan gelombang Primer (V_p) merupakan bagian dari gelombang badan. Gelombang badan adalah gelombang yang berpindah atau merambat pada bagian interior medium. Nama gelombang P (*Primary wave*) disebabkan karena tipe gelombang ini biasanya terjadi pertama pada perekaman gempa bumi/getaran. Jika gelombang P mengenai suatu batas lapisan batuan maka akan terjadi refleksi dan transmisi gelombang P. Semakin cepat nilai kecepatan penjalaran gelombang V_p nya, semakin padat batuan tersebut (tinggi nilai densitas). Prinsip tersebut juga berlaku sebaliknya, dengan kondisi batuan tidak kompak maka kecepatan penjalaran akan semakin lambat (Deyan, 2016).

Gelombang primer yang merambat pada medium memiliki prinsip yang sama dengan gelombang bunyi. Partikel-partikel yang berada di dalam tanah (tubuh dari bumi) memiliki vibrasi-vibrasi sepanjang atau sejajar dengan arah perambatan energi dari gelombang yang merambat. Jika dilihat arah gerak gelombang primer adalah seperti pada Gambar 2.6 dibawah (J. R. Kayal, 2008).

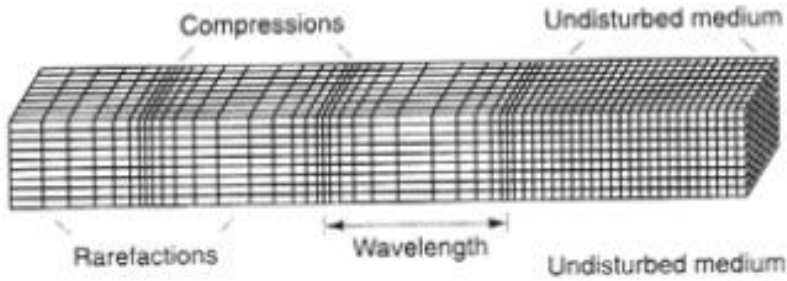
Compressions

Undisturbed medium

Rarefactions

Wavelength

Undisturbed medium



Gambar 2.6 Penjalaran gelombang P (*P-wave*) (Bolt, 1982)

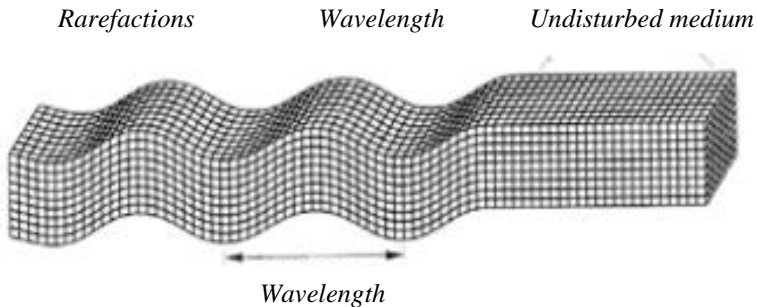
Kecepatan penjalaran gelombang seismik pada lapisan bawah permukaan berbeda-beda, tergantung sifat fisis yang dimiliki oleh tiap lapisan batuan. Variasi kecepatan penjalaran gelombang P pada beberapa lapisan batuan bawah permukaan ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Kecepatan gelombang P pada beberapa lapisan batuan bawah permukaan (Burger, 1992)

Material	Kecepatan Gelombang P (m/s)
Lapisan lapuk	200 – 900
<i>Top Soil</i>	250 – 600
Lempung	1000 – 2500
Batupasir	3000 – 4500
Karbonat (<i>Limestone</i>)	5500 – 6000
Granit	5000 – 5100

2.1.4.2 Kecepatan Gelombang Sekunder (*V_s*)

Pada tugas akhir oleh Indanartha (2018), karakteristik dinamik tanah seperti nilai V_s untuk kedalaman tanah dalam multi dimensi secara konvensional digunakan metode geofisika *borehole* untuk dilakukan mikrozonasi seismik (Mufida dkk,2013). Estimasi nilai V_s dan estimasi distribusi kerusakan akibat gempa bumi sebagaimana diungkapkan oleh Rošer dan Gosar (2010) dapat dipergunakan untuk mitigasi gempa bumi dan penentuan *standard* bangunan tahan gempa. Profil kecepatan gelombang geser kemudian dapat digunakan untuk mengevaluasi tingkat kekakuan lapisan paling atas tanah (Indanartha, 2018).



Gambar 2.7 Penjalaran gelombang S (*Shear wave*) (Bolt, 1982)

Arah gerakan partikelnya gelombang sekunder tegak lurus dengan arah penjalaran gelombangnya. Gelombang sekunder, dapat dipolarisasi menjadi 2, yaitu gelombang SV (*Shear Vertical*) yang merupakan gelombang sekunder dengan arah gerakan partikelnya vertikal serta gelombang SH (*Shear Horizontal*) yang merupakan gelombang sekunder dengan arah gerakan partikelnya horizontal. Jika dilihat arah gerak gelombang sekunder adalah seperti pada Gambar 2.7 diatas (J. R. Kayal, 2008).

Kecepatan penjalaran gelombang S pada lapisan bawah permukaan berbeda-beda. Perbedaan nilai ini dipengaruhi oleh kekakuan (*stiffness*) tiap lapisannya. Variasi kecepatan penjalaran gelombang S pada beberapa lapisan batuan bawah permukaan ditunjukkan pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Kecepatan gelombang S pada beberapa lapisan batuan bawah permukaan (Bisch dkk., 2012)

Tipe Tanah	Keterangan	Vs (m/s)
A	Batuan atau formasi batuan lainnya	>800
B	Endapan pasir atau lempung yang sangat padat, <i>gravel</i> pada ketebalan beberapa meter, ditandai dengan peningkatan sifat mekanik terhadap kedalaman.	360 – 800
C	Endapan pasir padat atau setengah padat yang tebal, <i>gravel</i> atau lempung padat dengan ketebalan beberapa puluh meter hingga ratusan meter.	180 – 360

D	Endapan tanah kohesi rendah sampai sedang (dengan atau tanpa beberapa lapisan kohesi rendah), atau terutama pada kohesi rendah.	<180
E	Lapisan tanah terdiri dari alluvium pada permukaan dengan nilai V setipe C atau D dengan ketebalan bervariasi antara 5 m dan 20 m, dibawah tanah ini berupa material keras dengan Vs > 800 m/s.	-
S1	Endapan dengan ketebalan lapisan minimal 10 m, pada tanah lempung lunak atau lempung lanauan dengan indeks plastisitan dan kadar air yang tinggi.	<100 (indikasi)
Tipe Tanah	Keterangan	Vs (m/s)
S2	Endapan tanah likuifable, dari lempung yang sensitive atau tanah lain yang tidak termasuk dalam tipe A – E atau S1.	-

2.1.5 Poisson's Ratio

Pada tugas akhir Annisa (2018), mengatakan *Poisson's Ratio* merupakan ukuran besarnya regangan pada suatu benda berupa kontraksi dalam arah transversal dan peregangan dalam arah longitudinal akibat terkena tekanan. Persamaan *Poisson's Ratio* dapat dilihat pada persamaan di bawah ini:

$$\sigma = - \frac{E_{xx}}{E_{zz}} \quad (1)$$

Dalam besaran kecepatan gelombang seismik, *Poisson's Ratio* dapat ditulis sebagai berikut :

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

Dengan σ adalah *Poisson's Ratio*, V_p adalah kecepatan gelombang P dan V_s adalah kecepatan gelombang S (Schön, 2015).

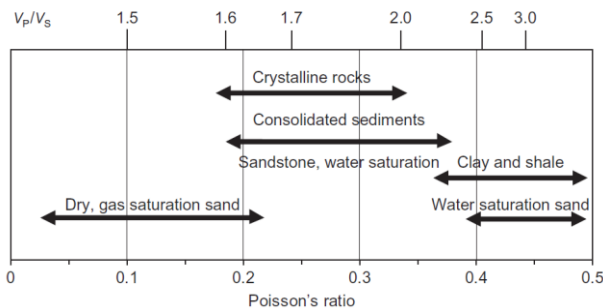
Dari persamaan diatas, diketahui bahwa *Poisson's Ratio* mengukur besarnya V_p/V_s . Rentang nilai *Poisson's Ratio* berada pada interval 0,1 sampai

0,5. Batuan secara umum memiliki nilai *Poisson's Ratio* diasumsikan rata-rata sebesar 0,25 (Sudarmoyo, Herianto, R. Harsawan, 2001).

Tabel 2.3 dan Gambar 2.8 berikut menunjukkan nilai *Poisson's Ratio* memiliki korelasi dengan litologi. Nilai *Poisson's Ratio* akan bernilai tinggi jika pori-pori terisi air. Kondisi sebaliknya juga berlaku saat pori-pori berisi gas maka nilai *Poisson's Ratio* bernilai rendah (Annisa, 2018)

Tabel 2.3 Tipe material berdasarkan nilai *Poisson's Ratio* (Davidovici, 1985)

Tipe Material	<i>Poisson's Ratio</i>
Lempung tersaturasi	0,5
Lempung medium	0,4 - 0,45
Lempung berpasir	0,35 - 0,4
Pasir, <i>gravel</i>	0,25 - 0,30
Pasir berlanau, Pasir berlempung	0,30 - 0,35



Gambar 2.8 Rata-rata *Poisson's Ratio* pada beberapa jenis litologi (Annisa, 2018; Schön, 2015)

2.2 Penelitian Sebelumnya

Penelitian identifikasi lapisan dasar dengan menggunakan metode geofisika sudah sering dilakukan. Salah satu contohnya yang dilakukan oleh Deyan (2016), tentang analisis *Poisson's Ratio* untuk menentukan litologi bawah permukaan dengan menggunakan metode refraksi dan MASW di Kecamatan Ulim, Pidie Jaya. Target dari penelitian yang dilakukan oleh Deyan (2016) adalah untuk menentukan zona aman dan zona bahaya geologi di area rawan gempa di Aceh. Penelitian menggunakan 3 lintasan sepanjang ± 92 meter untuk lintasan refraksi dan ± 56 meter untuk lintasan MASW. Spasi *geophone* sebesar 2 meter dan menggunakan *offset* 23 meter tiap sisi untuk refraksi dan *offset* 5 meter dari salah satu sisi untuk MASW. Hasil dari ketiga lintasan tersebut kemudian dianalisis dan mendapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 2.4 Hasil penelitian yang dilakukan oleh Deyan (2016)

Desa	<i>Poisson's Ratio</i>	Lapisan
Grong-grong Capa	0,45 - 0,6	Lempung Jenuh
Masjid Ulim Baroh	0,44 - 0,54	Lempung tak Jenuh dan Lempung berpasir
Pulo Ulim	0,45 - 0,49	Lempung Jenuh

Penelitian lainnya dilakukan oleh Nurcandra dan Koesuma (2013), dengan tujuan menentukan tingkat kekerasan batuan menggunakan metode seismic refraksi di Jatikuwung Karanganyar. Digunakan 4 lintasan dengan Panjang bentangan 48 meter dan spasi *geophone* sebesar 2 meter. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa adanya peningkatan nilai kekerasan batuan seiring dengan bertambahnya kedalaman. Keberadaan batuan keras didapatkan pada kedalaman 12 - 20 meter.

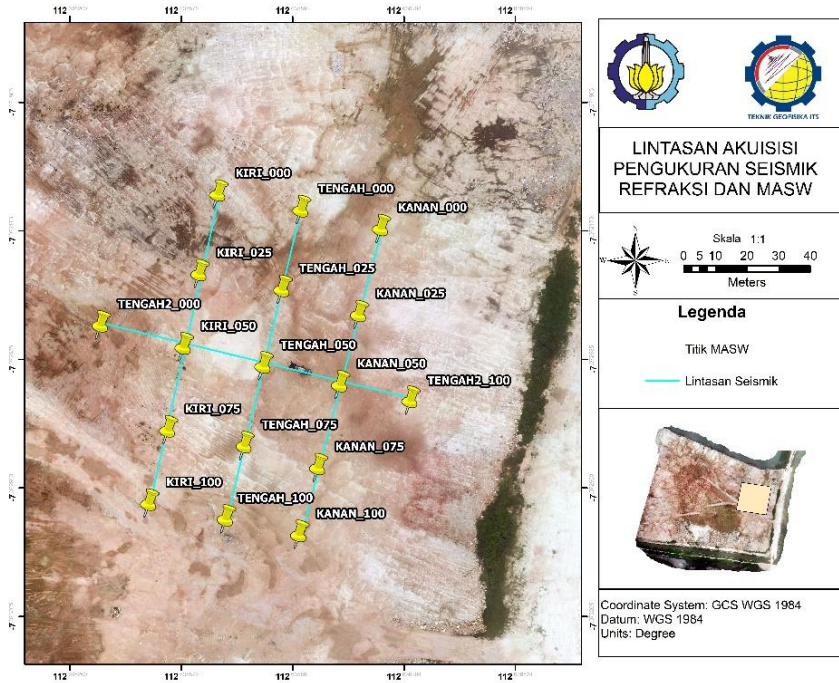
Berdasarkan kedua penelitian sebelumnya, terdapat kesamaan penggunaan metode, proses analisis dan target yang diinginkan yang dilakukan. Metode yang akan dilakukan pada penelitian ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Deyan (2016), yaitu metode seismik refraksi dan MASW dan serta proses analisis dengan menggunakan nilai *Poisson's Ratio*. Perbedaan penelitian ini dengan yang dilakukan Deyan (2016) adalah target yang dicari. Oleh Deyan (2016) dilakukan penelitian dengan target yang dicari adalah penentuan zona bahaya sedangkan target penelitian ini adalah penentuan lapisan dasar.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Data dan Perangkat Lunak

3.1.1 Data

Penelitian ini menggunakan data primer hasil akuisisi seismik refraksi dan *Multichannel Analysis Surface Wave* (MASW) di Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 4 lintasan dengan panjang lintasan masing-masing 100 meter (Gambar 3.1)



Gambar 3.1 Lintasan Akuisisi Pengukuran Seismik Refraksi dan MASW (Dokumen Pribadi, 2019)

Detail lintasan dapat dilihat pada Tabel 3.1 yang menunjukkan koordinat titik pengukuran.

Tabel 3.1 Koordinat Lintasan Pengukuran

Lintasan	Lintang	Bujur
Lintasan 1A	7° 4.324'S	112° 38.141'T

Lintasan	Lintang	Bujur
Lintasan 1B	7° 4.377'S	112° 38.129'T
Lintasan 2A	7° 4.327'S	112° 38.155'T
Lintasan 2B	7° 4.379'S	112° 38.142'T
Lintasan 3A	7° 4.330'S	112° 38.169'T
Lintasan 3B	7° 4.382'S	112° 38.155'T
Lintasan 4A	7° 4.346'S	112° 38.121'T
Lintasan 4B	7° 4.359'S	112° 38.174'T
Keterangan : xA adalah titik awal dan xB adalah titik akhir		

3.1.2 Perangkat Lunak

Software (perangkat lunak) yang digunakan adalah SeiSee, *software* inversi seismik refraksi, *software* inversi MASW, *Microsoft Excel*, *Matlab* dan *software* pemodelan 3D.

3.2 Alur Penelitian

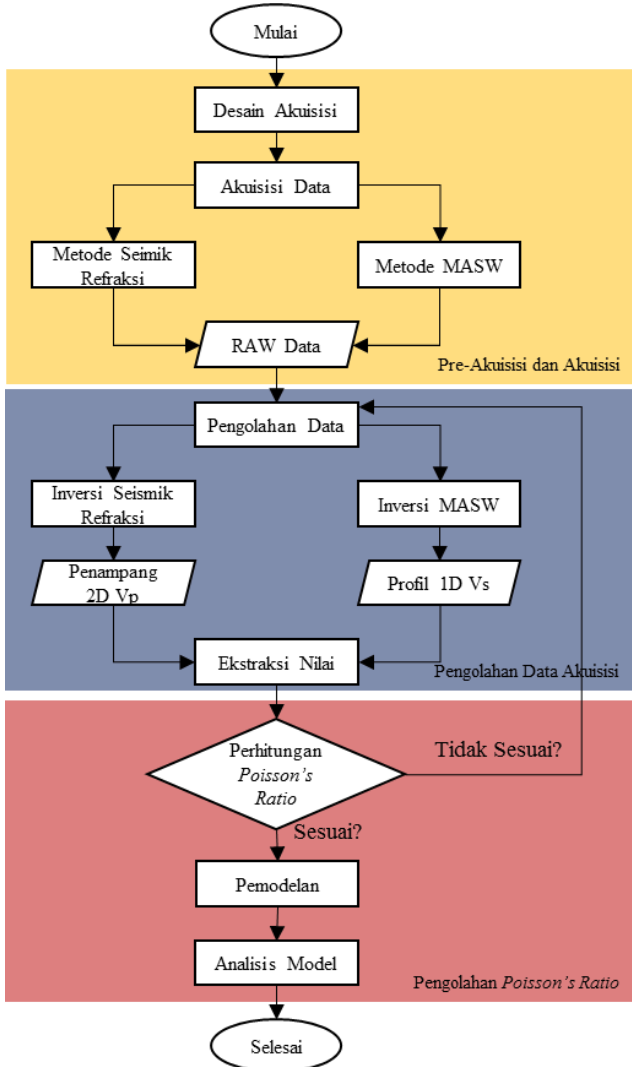
Alur penelitian tugas akhir ini dibagi menjadi 3 diagram yaitu diagram alir secara umum (Gambar 3.2), diagram alir pengolahan data seismik refraksi (Gambar 3.3) dan diagram alir pengolahan data MASW (Gambar 3.4).

Dapat dilihat pada Gambar 3.2 yang merupakan diagram alir penelitian secara umum. Proses penelitian dibagi menjadi 3 bagian besar yang ditunjukkan oleh *highlight*. Proses pertama yaitu proses pre-akuisisi dan akuisisi yang ditunjukkan oleh *highlight* berwarna kuning. Proses ini terdiri atas proses pembuatan desain akuisisi yang dilanjutkan dengan proses akuisisi data di lokasi penelitian. Proses akuisisi data untuk metode seismik refraksi dan MASW dilakukan secara bersamaan. Dari proses akuisisi data, didapatkan hasil berupa RAW Data.

Proses selanjutnya adalah proses pengolahan data yang ditunjukkan oleh *highlight* biru. Untuk proses pengolahan data dilakukan secara terpisah untuk metode seismik refraksi dan MASW. Hal ini dikarenakan *software* yang digunakan berbeda. Selain itu, prinsip pengerjaan untuk tiap metode juga berbeda. Proses lebih lanjut akan dijelaskan di sub-bab berikutnya. Hasil pengolahan metode seismik refraksi berupa penampang 2D V_p sedangkan

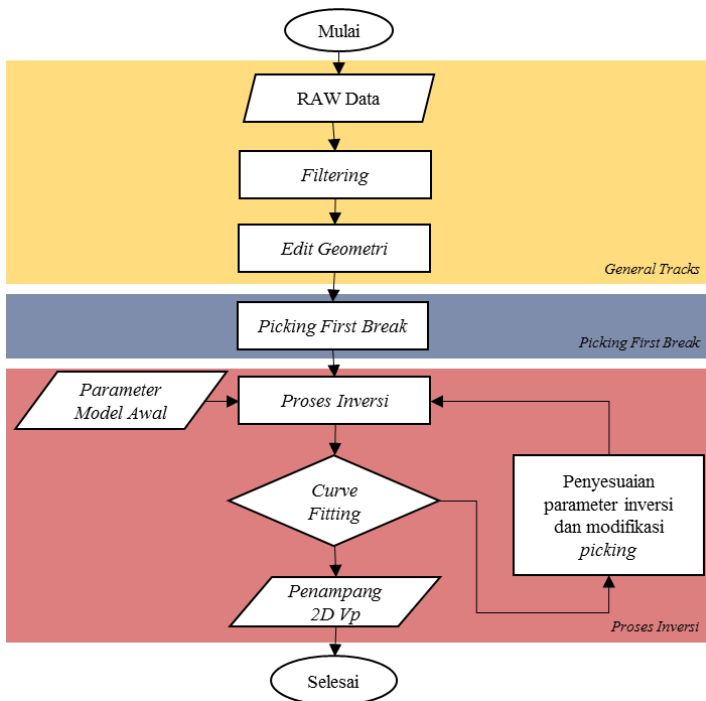
metode MASW menghasilkan profil 1D Vs. Kedua penampang dan profil ini kemudian diekstraksi nilainya untuk dilakukan perhitungan *Poisson's Ratio*.

Bagian terakhir adalah pengolahan *Poisson's Ratio* itu sendiri yang ditunjukkan oleh *highlight* merah. Proses ini diawali dengan melakukan perhitungan nilai hasil ekstraksi di proses pengolahan data akuisisi. Jika hasil perhitungan sudah sesuai dengan referensi, nilai *Poisson's Ratio* akan dimodelkan untuk selanjutnya dianalisis.



Gambar 3.2 Alur penelitian secara umum, terdapat 3 bagian utama yaitu Pre-Akuisisi, Pengolahan Data Akuisisi dan Pengolahan *Poisson's Ratio*

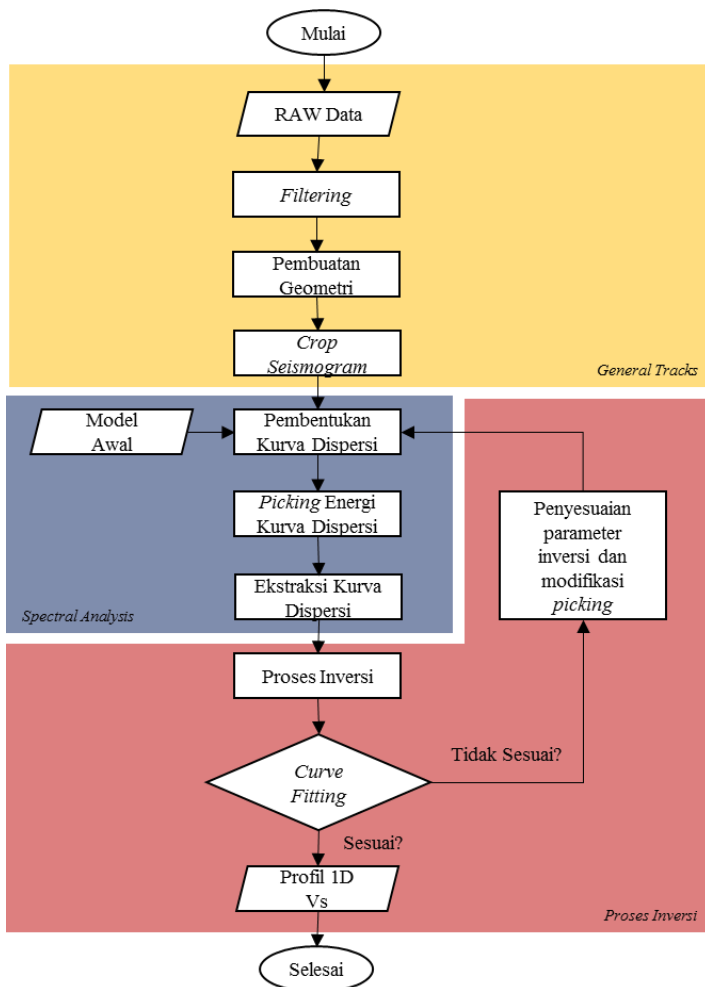
Pada Gambar 3.3, digambarkan diagram alir pengolahan data seismik refraksi. Proses pengolahan dilakukan pada *software* inversi seismik refraksi. Secara garis besar, pengolahan data seismik refraksi dibagi menjadi 3 bagian besar. Bagian-bagian tersebut adalah proses umum yang ditunjukkan *highlight* kuning, proses *picking first break* oleh *highlight* biru dan proses inversi oleh *highlight* merah. Pada proses ini akan didapatkan penampang 2D V_p untuk kemudian dilakukan proses selanjutnya. Untuk penjelasan lebih lanjut akan dijelaskan pada sub-bab selanjutnya.



Gambar 3.3 Alur pengolahan data seismik refraksi menggunakan *software* inversi seismik refraksi

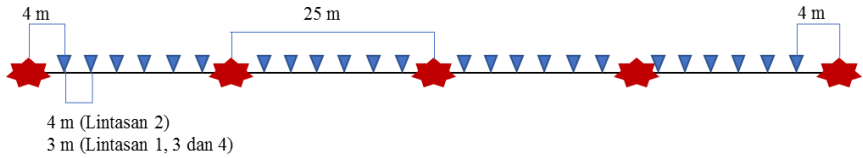
Diagram alir pengolahan data *Multichannel Analysis Surface Wave* (MASW) ditunjukkan pada Gambar 3.4. Proses pengolahan dilakukan dengan menggunakan *software* inversi MASW. Proses pengolahan terbagi menjadi 3 bagian besar yaitu proses umum yang ditunjukkan *highlight* kuning, proses

spectral analysis oleh *highlight* biru dan proses inversi oleh *highlight* merah. Pada proses ini akan didapatkan profil 1D Vs dengan memberikan informasi berupa nilai Vs pada kedalaman tertentu serta klasifikasi kekerasan tanah pada titik tersebut.



Gambar 3.4 Alur pengolahan data MASW menggunakan *software* inversi MASW

3.3 Alur Akuisisi Data



Gambar 3.5 Desain akuisisi data

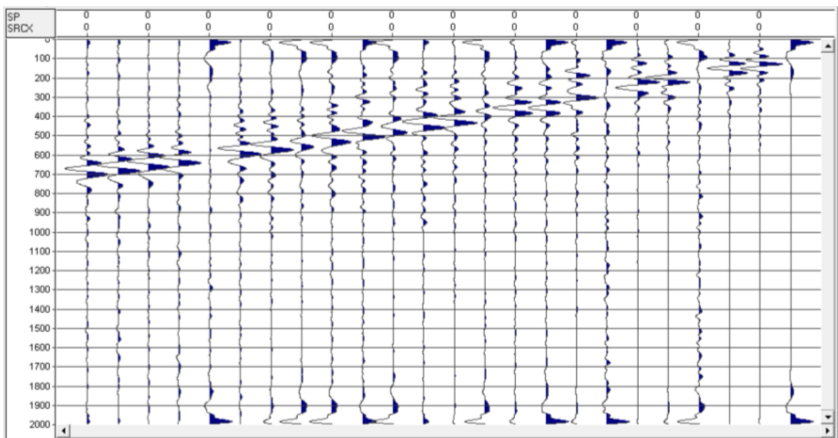
Pengambilan data pada 4 lintasan dilakukan menggunakan desain akuisisi dengan panjang lintasan 100 meter. Spasi *geophone* yang digunakan adalah 4 meter untuk Lintasan 2 dan 3 meter untuk Lintasan 1, 3 dan 4. Jumlah *geophone* yang digunakan sebanyak 24 buah. *Offset* masing-masing lintasan sebesar 4 meter dari *geophone* terluar. Akuisisi dilakukan dengan 5 *shot*, dengan rincian 2 di *offset* dan 3 lainnya berada di antara *geophone*. Pengukuran dilakukan dengan durasi 2 sekon dan *stacking shot* sebanyak 3 kali.

3.4 Alur Pengolahan Data

3.4.1 Pengolahan Data Refraksi

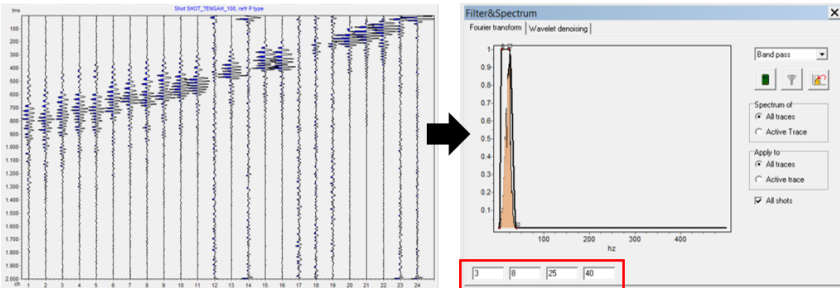
3.4.1.1 Filtering dan Input Geometri

Dari hasil akuisisi, didapatkan data tras seismik dengan ekstensi (.sgy). Data tras seismik tersebut ditampilkan dengan menggunakan *software* SeiSee. Proses selanjutnya akan dipilih data tras seismik dengan mempertimbangkan hasil *quality control* di lapangan maupun setelah akuisisi data selesai. Pada Gambar 3.6 berikut adalah salah data tras seismik yang digunakan untuk pengolahan selanjutnya.



Gambar 3.6 Data tras seismik Lintasan 4 *shot* 5

Dapat dilihat pada Gambar 3.6 bahwa data tras seismik tersebut menunjukkan *noise* serta tras dari *geophone* yang mati. Agar memperjelas *event first break* pada data, dilakukan proses *filtering*. Proses *filtering* ini dapat dilakukan pada *software* SeiSee maupun *software* inversi seismik refraksi, untuk kali ini proses dilakukan dengan *software* inversi seismik refraksi. *Filter* yang digunakan adalah *bandpass filter* dengan batas frekuensi 3 Hz, 8 Hz, 25 Hz, dan 40 Hz. Hasil *filtering* dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Data tras seismik setelah proses *filtering* (refraksi)

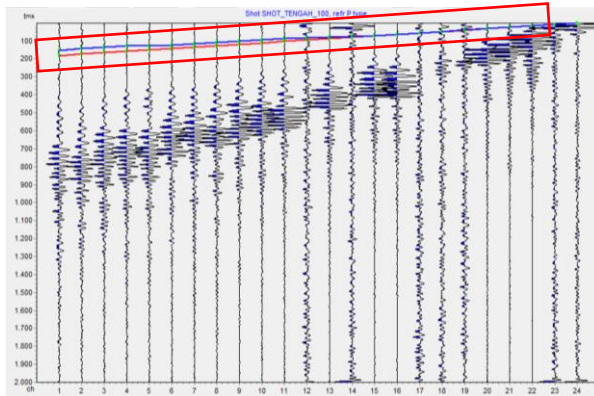
Setelah dilakukan *filtering*, dilanjutkan dengan *input* data geometri sesuai kondisi akuisisi lapangan. Proses *input* geometri perlu dilakukan karena data tras seismik yang digunakan tidak memberikan informasi geometri saat akuisisi lapangan dilakukan. *Input* geometri tersebut meliputi posisi sumber (S_x) dan posisi *receiver* (R_x). Berikut merupakan tabel geometri yang ditunjukkan pada Gambar 3.8.

N	V	Rx	Rz	Gain	Dead	Units
1	<input checked="" type="checkbox"/>	4	0	0.09	<input type="checkbox"/>	*
2	<input checked="" type="checkbox"/>	8	0	0.09	<input type="checkbox"/>	*
3	<input checked="" type="checkbox"/>	12	0	0.09	<input type="checkbox"/>	*
4	<input checked="" type="checkbox"/>	16	0	0.09	<input type="checkbox"/>	*
5	<input checked="" type="checkbox"/>	20	0	0.09	<input type="checkbox"/>	*
6	<input checked="" type="checkbox"/>	24	0	0.09	<input type="checkbox"/>	*
7	<input checked="" type="checkbox"/>	28	0	0.09	<input type="checkbox"/>	*
8	<input checked="" type="checkbox"/>	32	0	0.09	<input type="checkbox"/>	*
9	<input checked="" type="checkbox"/>	36	0	0.09	<input type="checkbox"/>	*
10	<input checked="" type="checkbox"/>	40	0	0.09	<input type="checkbox"/>	*
11	<input checked="" type="checkbox"/>	44	0	0.09	<input type="checkbox"/>	*
12	<input checked="" type="checkbox"/>	48	0	0.09	<input type="checkbox"/>	*
13	<input checked="" type="checkbox"/>	52	0	0.09	<input type="checkbox"/>	*
14	<input checked="" type="checkbox"/>	56	0	0.09	<input type="checkbox"/>	*
15	<input checked="" type="checkbox"/>	60	0	0.09	<input type="checkbox"/>	*
16	<input checked="" type="checkbox"/>	64	0	0.09	<input type="checkbox"/>	*
17	<input checked="" type="checkbox"/>	68	0	0.09	<input type="checkbox"/>	*
18	<input checked="" type="checkbox"/>	72	0	0.09	<input type="checkbox"/>	*
19	<input checked="" type="checkbox"/>	76	0	0.09	<input type="checkbox"/>	*
20	<input checked="" type="checkbox"/>	80	0	0.09	<input type="checkbox"/>	*
21	<input checked="" type="checkbox"/>	84	0	0.09	<input type="checkbox"/>	*

Gambar 3.8 Tabel geometri setelah dilakukan *input* geometri

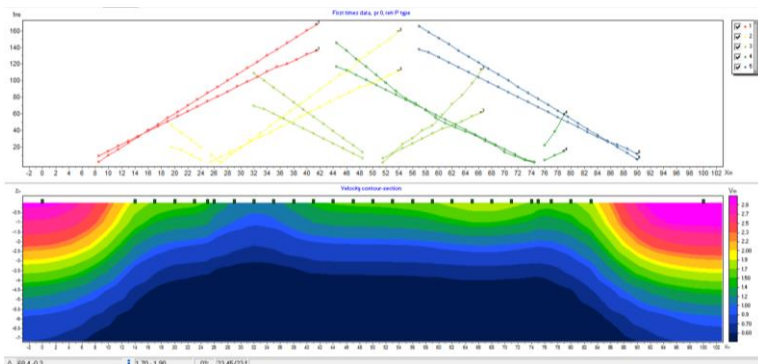
3.4.1.2 Picking First Break dan Inversi

Selanjutnya dilakukan proses *picking first break*. Metode seismik refraksi memanfaatkan gelombang tiba pertama kali yang berasal dari sumber. Hasil *picking first break* dilakukan sebagai data observasi dalam proses inversi sehingga didapatkan nilai V_p pada kedalaman tertentu. Pada Gambar 3.8 merupakan hasil *picking first break* pada salah satu data tras seismik.



Gambar 3.9 Proses *picking first break* pada data tras seismik

Proses pengolahan data refraksi selanjutnya adalah proses inversi. Dengan menentukan parameter inversi seperti jenis inversi, jumlah iterasi, RMS *error* dan juga parameter model awal (nilai maksimum dan minimum kecepatan). Pada proses ini, digunakan jenis inversi *smoothness constrained* dan jumlah iterasi sebanyak 7 kali. RMS *error* tidak digunakan, sedangkan untuk parameter model awal digunakan nilai maksimum 3.0 km/s dan minimum 0.0 km/s. Berikut merupakan penampang 2D hasil dari proses inversi data seismik refraksi yang ditunjukkan pada Gambar 3.10.



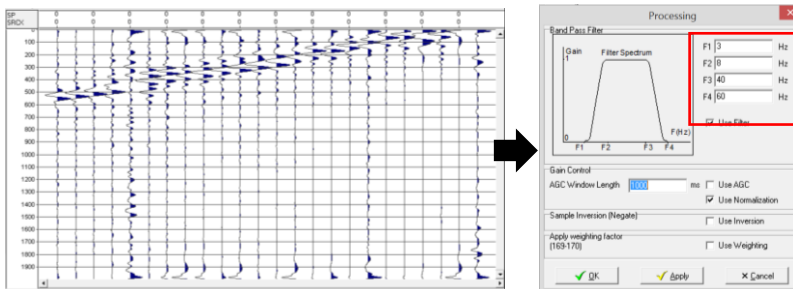
Gambar 3.10 Penampang 2D hasil inversi data seismik refraksi

Penampang 2D tersebut kemudian di konversi menjadi format .dat. Format data ini kemudian diolah kembali untuk mendapatkan profil 1D dengan menggunakan *software* Microsoft Excel. Untuk mendapatkan profil 1D, nilai Vp pada tiap kedalaman dirata-rata. Dengan asumsi lapisan yang homogen isotropis, profil 1D Vp rata-rata didapatkan.

3.4.2 Pengolahan Data *Multichannel Analysis Surface Wave (MASW)*

3.4.2.1 *Filtering Data MASW*

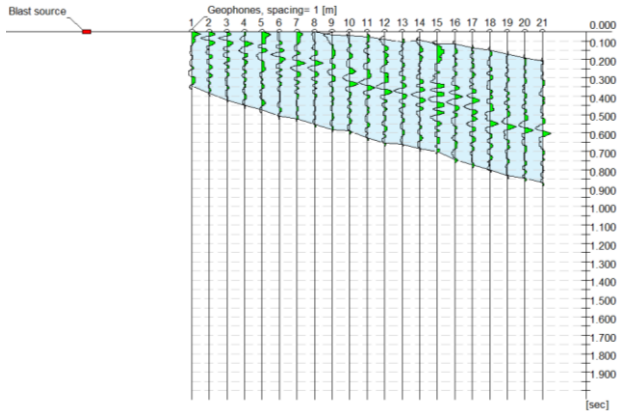
Pengolahan data *Multichannel Analysis Surface Wave (MASW)* diawali dengan proses *filtering*. Proses *filtering* dilakukan menggunakan *software* SeiSee. *Filter* yang digunakan adalah *filter bandpass* dengan batas frekuensi 3 Hz, 8 Hz, 40 Hz dan 60 Hz. Penentuan batas frekuensi dilakukan berdasarkan referensi pengolahan data MASW yang pernah dilakukan sebelumnya. Hasil proses *filtering* dapat dilihat pada Gambar 3. 11. Setelah proses *filtering* dilakukan pada *software* ini, data hasil tidak otomatis tersimpan, sehingga perlu dilakukan penyimpanan kembali data dengan ekstensi (.sgy).



Gambar 3.11 Data tras seismik setelah proses filtering (*MASW*)

3.4.2.2 *Pengolahan Data MASW menggunakan Software Inversi MASW*

Setelah proses *filtering* dilakukan, proses pengolahan dilakukan pada *software* inversi MASW. Pengolahan data MASW memanfaatkan gelombang *rayleigh*, sehingga data tras seismik perlu di *crop*. Gambar 3.12 merupakan hasil *crop seismogram* tras seismik.



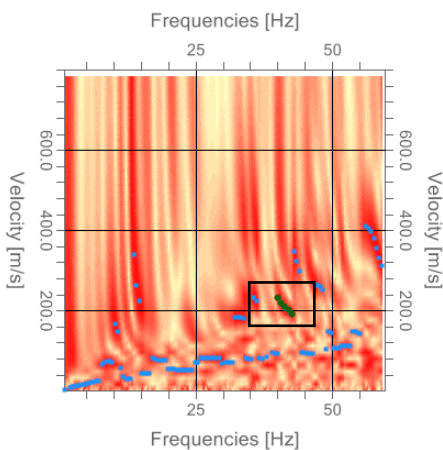
Gambar 3.12 Hasil *crop seismogram* tras seismik pada gelombang *Rayleigh*

Selanjutnya proses masuk ke *menu spectral analysis*. Proses ini diawali dengan memasukkan parameter model awal seperti ketebalan lapisan dan nilai V_s model. Pada proses ini, digunakan 4 lapisan dengan ketebalan dan nilai V_s berbeda tiap lapisan yang dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut. Penentuan nilai V_s dilakukan berdasarkan referensi nilai V_s untuk lapisan di lapangan.

Tabel 3.2 Parameter model awal

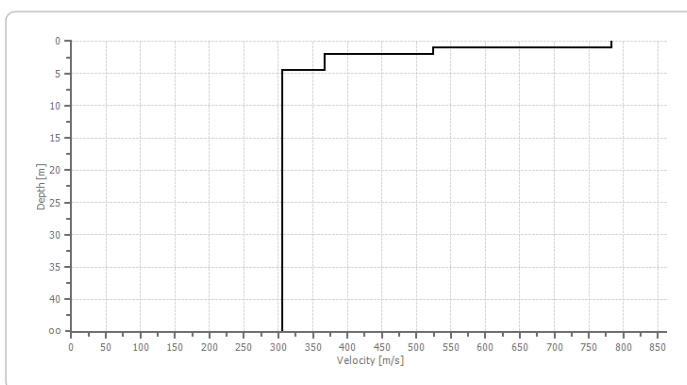
No.	Lapisan	Ketebalan	Kedalaman	V_s
1.	Lapisan 1	1 meter	1 meter	900 m/s
2.	Lapisan 2	2 meter	3 meter	600 m/s
3.	Lapisan 3	2 meter	5 meter	400 m/s
4.	Lapisan 4	2 meter	7 meter	200 m/s

Setelah parameter model ditentukan, dilakukan pembuatan kurva dispersi. Proses kemudian dilanjutkan dengan melakukan *picking* energi maksimum pada kurva dispersi. Menurut C. Park dkk., (2007), gelombang permukaan berada pada rentang frekuensi rendah, sehingga *picking* dilakukan di kurva dispersi pada rentang frekuensi dibawah 50 Hz. Hasil *picking* dapat dilihat pada Gambar 3.13 berikut.



Gambar 3.13 Kurva dispersi yang telah di *picking*

Hasil *picking* kemudian di ekstraksi untuk kemudian dilakukan proses inversi. Parameter inversi input berupa banyaknya iterasi ditentukan sebanyak 1000 kali. Proses inversi ini kemudian menghasilkan profil 1D Vs dengan memberikan informasi berupa nilai Vs pada kedalaman tertentu serta klasifikasi kekerasan tanah pada titik tersebut. Gambar 3.14 merupakan profil 1D Vs hasil proses inversi yang telah dilakukan.



Gambar 3.14 Profil 1D Vs hasil proses inversi

Jika ditabelkan, informasi pada gambar diatas dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut. Selain itu, dari hasil proses inversi diketahui kekerasan tanah pada titik tersebut masuk kedalam klasifikasi C dengan nilai Vs 321 m/s.

Tabel 3.3 Hasil proses inversi

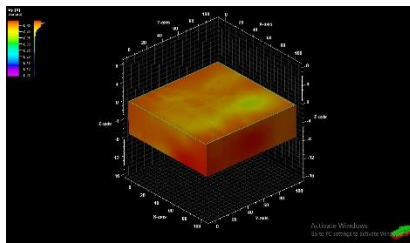
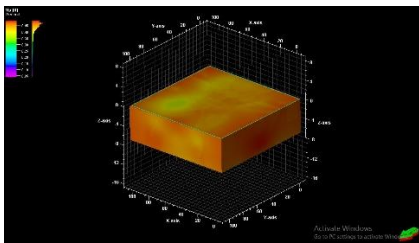
No.	Lapisan	Ketebalan	Kedalaman	Vs
1.	Lapisan 1	1 meter	1,07 meter	782,36 m/s
2.	Lapisan 2	2 meter	2,07 meter	523,86 m/s
3.	Lapisan 3	2 meter	4,46 meter	366,57 m/s
4.	Lapisan 4	∞	∞	305,25 m/s
Klasifikasi kekerasan tanah				C (321 m/s)

3.5 Pengolahan Nilai *Poisson's Ratio*

Nilai *Poisson's Ratio* didapatkan dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan *Poisson's Ratio* (Persamaan 2). Pada persamaan tersebut, dimanfaatkan kecepatan elastis batuan yaitu V_p dan V_s . Hasil profil 1D V_p rata-rata dan profil 1D V_s kemudian dikonversikan menjadi nilai V_p dan V_s di tiap kedalamannya. Nilai tersebut yang kemudian dilakukan perhitungan menggunakan persamaan *Poisson's Ratio* sehingga didapatkan nilai *Poisson's Ratio* di tiap kedalaman. Hasil perhitungan *Poisson's Ratio* perlu dievaluasi kembali agar sesuai dengan kondisi di lapangan. Oleh karena itu diperlukan referensi nilai parameter lain yang dapat menunjukkan karakteristik bawah permukaan di lokasi yang sama. Pada penelitian ini digunakan data sekunder berupa data resistivitas yang berada pada Lintasan 2 dan Lintasan 4. Apabila hasil interpretasi tidak representatif, maka perlu dilakukan pengolahan kembali untuk nilai V_p dan V_s . Jika nilai *Poisson's Ratio* yang didapatkan sudah merepresentasikan kondisi lapangan, proses selanjutnya adalah melakukan *plotting* nilai menjadi profil 1D.

3.6 Pemodelan 3D parameter *Poisson's Ratio*

Setelah dilakukan proses pengolahan parameter V_p dan V_s serta perhitungan nilai *Poisson's Ratio*, dilakukan pemodelan secara 3D menggunakan *software* pemodelan 3D dengan input koordinat titik lintasan, kedalaman perlapisan dan nilai parameter yang digunakan. Proses ini model 3D untuk parameter *Poisson's Ratio* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.16. Hasil pemodelan 3D ini kemudian dianalisis untuk mendapatkan hasil interpretasi secara keseluruhan.



Gambar 3.15 Hasil pemodelan 3D parameter *Poisson's Ratio*

3.7 Jadwal Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai dari bulan Januari sampai dengan bulan Juli. Jadwal perencanaan dan realisasi dapat dilihat pada Gambar 3.17 dibawah. Penelitian dibagi menjadi 4 bagian besar yang ditunjukkan oleh *highlight* pada tabel jadwal penelitian. Bagian pertama yaitu persiapan (merah muda), dilakukan secara kontinu mulai dari bulan Januari sampai dengan Juli. Bagian ini meliputi tahapan studi literatur dan administratif (proposal, laporan dan presentasi). Bagian kedua adalah pre-akuisisi dan akuisisi (kuning) yang direncanakan dilakukan mulai bulan Januari akhir sampai pertengahan bulan Februari. Namun pada realisasinya, tahapan akuisisi tidak sesuai dengan perencanaan. Sehingga dapat dilihat bahwa ada penurunan grafik realisasi dibanding dengan grafik perencanaan. Tahapan akuisisi dapat dilakukan pada awal bulan Maret. Selanjutnya ada 2 tahap pengolahan yaitu pengolahan data akuisisi (biru) dan pengolahan *Poisson's Ratio* (merah). Kedua tahapan juga tidak sesuai dengan rencana awal, namun penulis bekerja lebih agar dapat mengejar ketertinggalan proses pengerjaan. Hasil tersebut dapat dilihat pada peningkatan grafik realisasi mulai dari pertengahan bulan Maret hingga mencapai bulan Juni ini.

No	Kegiatan	Bibit	Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni				Juli	Output					
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4							
			Minggu Pengerjaan																														
1	Studi Literatur	12.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	Memahami metode MASW meliputi proses akuisisi hingga interpretasi hingga aplikasi metode MASW terhadap studi kasus yang dilakukan	
2	Pembuatan Proposal, Laporan dan Presentasi	11.5			1	1									1	2											2				1.5	Proposal dan Presentasi Awal	
2	Pembuatan Desain Akuisisi	2					1	1																								Desain akuisisi saat di lokasi penelitian dilakukan	
4	Akuisisi Data dan Quality Control RAW Data	4													2	2																RAW Data SIGEY yang sudah di Quality Control di lokasi penelitian	
5	Pengolahan Data Refraksi	12													4	6	2																Penampang 2D Vp
13	Pengolahan Data MASW																	7	6														Profil 1D Vs
7	Perhitungan Poisson Ratio	6																		3	1												Grafik Poisson Ratio
8	Analisis Parameter Vp, Vs dan Poisson Ratio	15																				8											Korelasi Parameter Vp, Vs dan Poisson Ratio pada lokasi penelitian
9	Pemodalan Vp-Vs Analisis Model	10																						5	5						Penampang 2D Vp-Vs		
10	Analisis Model Vp-Vs	14																						2	3	4	1						Korelasi Vs/Vp pada lokasi penelitian
Total		100	0.5	0.5	0.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2		
Alamendah		0	0.5	1	1.5	3	4.5	6	7.5	8	10.5	11	17.5	22	31.5	37	45.5	53	63.5	74	83.5	88	93.5	97	97.5	99.5	100						
Total Realisasi			0.5	1	1.5	3	4.5	6	7.5	8	8.5	9	9.5	10	10.5	18	28.5	38	47.5	58	73.5	84	90.5	97	97.5	99.5	100						

Gambar 3.16 Rencana dan Realisasi Jadwal Penelitian

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

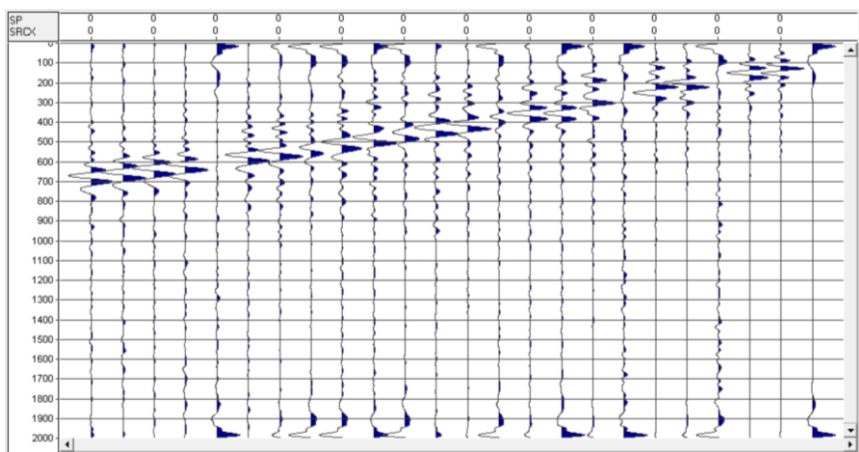
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data

Penelitian dilakukan di Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik menggunakan metode seismik refraksi dan *Multichannel Analysis Surface Wave* (MASW). Terdapat 4 lintasan dan tiap lintasan terdiri atas 5 *shot*. Salah satu lintasan memiliki arah yang saling tegak lurus dengan 3 lintasan lainnya. Parameter akuisisi data yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut. Sedangkan salah satu data *RAW* akuisisi data dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Tabel 4.1 Parameter akuisisi data di lapangan

No.	Parameter	Keterangan
1.	Panjang lintasan	100 meter
2.	Jumlah <i>geophone</i>	24 buah
3.	Jarak antar <i>geophone</i>	4 meter untuk lintasan 2 3 meter untuk lintasan 1, 3 dan 4
4.	<i>Stack Count</i>	3 kali
5.	<i>Offset</i>	4 meter
6.	<i>Record Length</i>	2 detik
7.	<i>Sampling Rate</i>	0,1 detik



Gambar 4.1 Salah satu data RAW tras seismik hasil akuisisi data

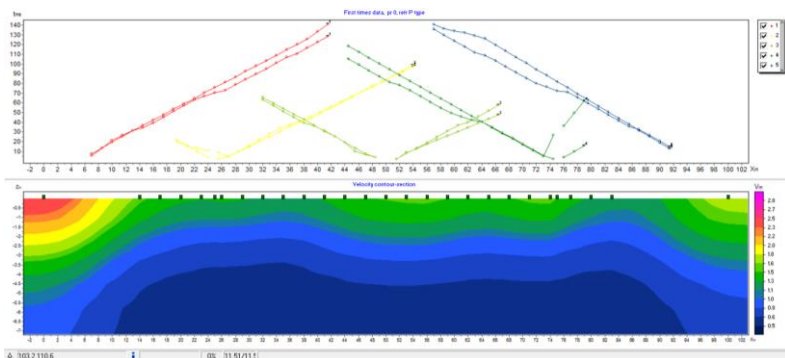
Proses yang dilakukan kemudian adalah *filtering* dengan parameter *filter* sesuai yang dibutuhkan. Untuk pengolahan seismik refraksi digunakan *bandpass filter* dengan batas frekuensi 3 Hz, 8 Hz, 25 Hz, dan 40 Hz. Sedangkan untuk pengolahan MASW digunakan *bandpass filter* namun dengan batas frekuensi yang berbeda yaitu 3 Hz, 8 Hz, 40 Hz dan 60 Hz. Kedua batas frekuensi tersebut dikategorikan kedalam frekuensi rendah. Hal ini dilakukan dengan tujuan mengurangi *noise* pada data akibat sumber yang tidak diinginkan.

4.2 Hasil Pengolahan

Hasil pengolahan dibagi menjadi 2 kelompok. Hasil pertama merupakan hasil pengolahan data seismik refraksi menggunakan *software* inversi seismik refraksi. Hasil kedua adalah hasil pengolahan data seismik *Multichannel Analysis Surface Wave* (MASW) dengan *software* inversi MASW.

4.2.1. Hasil Pengolahan Seismik Refraksi

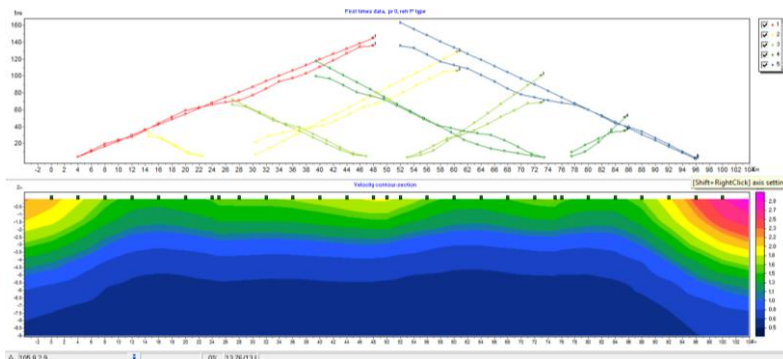
Hasil pengolahan seismik refraksi adalah penampang 2D V_p terhadap kedalaman. Metode inversi yang digunakan adalah *smoothness constrained*. Jenis ini dipilih karena memberikan hasil dengan *error* yang lebih kecil dibanding metode inversi lainnya. Terdapat 4 lintasan akuisisi data sehingga menghasilkan 4 penampang 2D V_p untuk tiap-tiap lintasannya. Interpretasi hasil nilai V_p mengacu kepada tabel referensi kecepatan gelombang P oleh Burger (1992) (Tabel 2.1) . Berikut merupakan hasil pengolahan inversi dari tiap lintasan akuisisi data.



Gambar 4.2 Penampang 2D V_p Lintasan 1

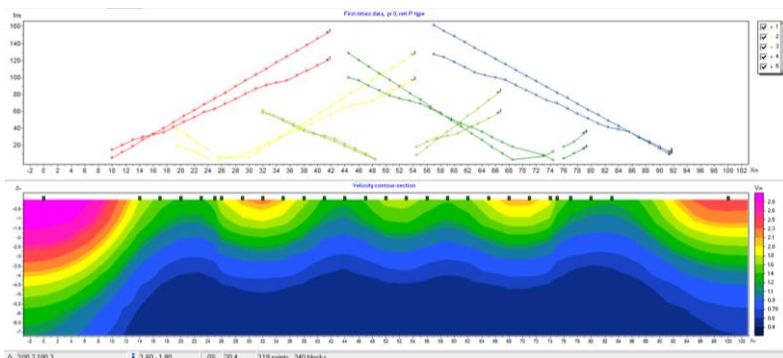
Pada Gambar 4.2, merupakan penampang 2D V_p untuk Lintasan 1. Dengan menggunakan inversi *smoothness constrained*, penampang ini memiliki nilai *error* sebesar 11,51%. Proses inversi dilakukan sebanyak 7 kali. Seperti yang dilihat pada penampang 2D tersebut, dapat diinterpretasikan sebagai 2

lapisan utama dengan nilai V_p lapisan 1 sebesar 1300 m/s - 2500 m/s sedangkan lapisan 2 sebesar 500 m/s – 1100 m/s. Lapisan 1 memiliki kedalaman mulai dari 1 meter – 5 meter sedangkan lapisan 2 memiliki kedalaman mulai dari 5 meter sampai batas maksimal penampang ditentukan sebesar 7 meter. Dilihat dari nilai V_p untuk lapisan 1 dan lapisan 2, lapisan 1 diinterpretasikan sebagai lapisan karbonat sedangkan lapisan 2 dianggap sebagai lempung.



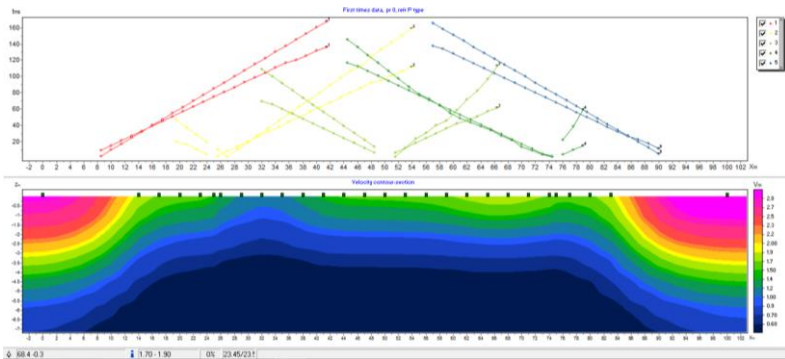
Gambar 4.3 Penampang 2D V_p Lintasan 2

Gambar 4.3 merupakan penampang 2D V_p untuk Lintasan 2. Lintasan 2 ini sejajar dengan Lintasan 1. Dengan parameter yang sama dengan parameter sebelumnya, penampang 2D diinterpretasikan sebagai 2 lapisan utama dengan nilai V_p lapisan 1 sebesar 1300 m/s – 3000 m/s yang dapat diinterpretasikan sebagai lapisan karbonat sedangkan pada lapisan 2 sebesar 500 m/s – 1100 m/s yang dapat diinterpretasikan sebagai lapisan lempung. Lapisan 1 lintasan ini memiliki kedalaman mulai dari 0,25 meter – 5,75 meter dan lapisan 2 memiliki kedalaman mulai dari 5,75 meter sampai batas maksimal penampang ditentukan sebesar 9 meter. Penampang lintasan 2 ini memiliki nilai *error* sebesar 13,76%.



Gambar 4.4 Penampang 2D V_p Lintasan 3

Selanjutnya, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.4 yang merupakan penampang 2D Vp Lintasan 3. Lintasan ini masih sejajar dengan 2 lintasan sebelumnya. Parameter yang digunakan juga sama dengan lintasan sebelumnya sehingga dapat diinterpretasikan menjadi 2 lapisan yang sama juga yaitu lapisan pertama dengan Vp 1200 m/s – 3000 m/s sebagai lapisan karbonat. Dan lapisan kedua dengan Vp 400 m/s – 1100 m/s sebagai lapisan lempung. Lapisan 1 memiliki kedalaman mulai dari 0,25 meter – 7 meter dan lapisan kedua memiliki variasi kedalaman mulai dari 1,5 meter sampai batas maksimal penampang ditentukan sebesar 7 meter. Penampang lintasan 3 memiliki nilai *error* sebesar 20,4%.



Gambar 4.5 Penampang 2D Vp Lintasan 4

Penampang 2D Vp Lintasan 4 ditunjukkan pada Gambar 4.5. Posisi lintasan ini memotong ketiga lintasan sebelumnya. Dengan panjang lintasan yang sama dengan lintasan sebelumnya, lintasan ini memotong ketiga lintasan disekitar bagian tengah lintasan (meter ke 48 – 52). Parameter yang digunakan masih sama dengan lintasan sebelumnya dan interpretasi lapisan dibagi menjadi 2 jenis. Lapisan 1 dengan nilai Vp 1200 m/s – 3000 m/s sebagai lapisan karbonat dan lapisan 2 dengan nilai Vp 600 m/s – 1100 m/s. Lapisan 1 memiliki kedalaman mulai dari 0 meter – 5,5 meter, sedangkan untuk lapisan 2 memiliki kedalaman mulai dari 3,5 meter sampai batas maksimal penampang ditentukan sebesar 7 meter. Penampang lintasan 4 ini memiliki nilai *error* sebesar 23,45%.

4.2.2 Hasil Pengolahan *Multichannel Analysis Surface Wave* (MASW)

Hasil pengolahan *Multichannel Analysis Surface Wave* (MASW) adalah profil 1D pada tiap *shot*. Profil 1D ini memberikan informasi nilai gelombang S (Vs) di kedalaman tertentu. Proses untuk mendapatkan profil 1D ini diawali dengan membuat kurva dispersi dengan memasukkan nilai input model berupa ketebalan dan nilai Vs berdasarkan referensi. Setelah didapatkan kurva dispersi, dilakukan *picking* pada energi maksimum yang ditunjukkan pada kurva dispersi. Hasil *picking* kemudian diekstraksi dan dilakukan proses inversi dengan batas

iterasi sebanyak 1000 kali. Proses inversi inilah yang menghasilkan profil 1D Vs dan memberikan informasi ketebalan, kedalaman serta nilai Vs lapisan bawah permukaan. Interpretasi hasil nilai Vs mengacu kepada klasifikasi berdasarkan *Eurocode 8* (Tabel 2.2). Berikut merupakan hasil nilai Vs dari tiap lintasan akuisisi data.

Tabel 4.2 Nilai Vs Lintasan 1

Lintasan 1	Shot	Ketebalan	Kedalaman	Vs	Klasifikasi Tanah
	1 (meter ke-0)	3,12 meter	3,12 meter	754,83 m/s	B
		1 meter	4,12 meter	534,22 m/s	B
		2,47 meter	6,59 meter	524,69 m/s	B
	2 (meter ke-25)	1.5 meter	1,5 meter	766,22 m/s	B
		1 meter	2,5 meter	305,47 m/s	C
		2,62 meter	5,12 meter	300,73 m/s	C
	3 (meter ke-50)	1,88 meter	1,88 meter	673,66 m/s	B
		2,61 meter	4,49 meter	330,98 m/s	C
		1,29 meter	5,78 meter	298,93 m/s	C
4 (meter ke-75)	3,55 meter	3,55 meter	770,52 m/s	B	
	1 meter	4,55 meter	314,73 m/s	C	
	2,15 meter	6,7 meter	301,45 m/s	C	
5 (meter ke-100)	3,91 meter	3,91 meter	725,49 m/s	B	
	1 meter	4,91 meter	423,68 m/s	B	
	2,09 meter	7 meter	383,78 m/s	B	
Rata-rata nilai Vs				493,95 m/s	B

Pada Tabel 4.2 dapat dilihat beberapa informasi seperti nilai ketebalan, kedalaman, nilai Vs serta klasifikasi tanah di tiap titik *shot*. Pada Lintasan 1, dapat disimpulkan bahwa lapisan didominasi oleh lapisan dengan klasifikasi B yaitu lapisan ini tergolong kedalam lapisan yang memiliki rentang nilai Vs antara 360 m/s – 800 m/s. Dengan rentang nilai tersebut, lapisan dengan klasifikasi ini

dapat diinterpretasikan sebagai lapisan karbonat sesuai dengan *Eurocode 8*. Lapisan ini mencapai kedalaman 7 meter dan kedalaman minimum nya sekitar 15 meter. Setelah dirata-ratakan, didapatkan nilai Vs untuk lintasan 1 sebesar 493,95 m/s yang masuk kedalam klasifikasi B.

Tabel 4.3 Nilai Vs Lintasan 2

	Shot	Ketebalan	Kedalaman	Vs	Klasifikasi Tanah
Lintasan 2	1 (meter ke-0)	2 meter	2 meter	933,33 m/s	B
		3 meter	5 meter	519,01 m/s	B
		1 meter	6 meter	416,79 m/s	B
		1 meter	7 meter	369,38 m/s	B
	2 (meter ke-25)	1 meter	1 meter	770,1 m/s	B
		2,48 meter	3,48 meter	639,97 m/s	B
		2,5 meter	5,98 meter	398,78 m/s	B
		1,02 meter	7 meter	346,93 m/s	C
	3 (meter ke-50)	1 meter	1 meter	654,99 m/s	B
		1,2 meter	2,2 meter	574,36 m/s	B
		1,75 meter	3,95 meter	421,91 m/s	B
		1,25 meter	5,2 meter	298,39 m/s	C
	4 (meter ke-75)	1,09 meter	1,09 meter	668,93 m/s	B
		1 meter	2,09 meter	394,99 m/s	B
		1,49 meter	3,58 meter	350,9 m/s	C
		1,92 meter	5,5 meter	329,79 m/s	C
	5 (meter ke-100)	1 meter	1 meter	658,15 m/s	B
		1 meter	2 meter	615,15 m/s	B
		1 meter	3 meter	444,58 m/s	B
		2 meter	5 meter	357,13 m/s	C

Rata-rata nilai Vs	508,17 m/s	B
--------------------	------------	---

Pada Tabel 4.3 merupakan informasi untuk Lintasan 2. Pada lintasan 2, memiliki kondisi yang sama dengan lintasan sebelumnya yaitu didominasi dengan lapisan klasifikasi B dengan rentang nilai Vs antara 360 m/s – 800 m/s. Lapisan ini mencapai kedalaman 7 meter dan kedalaman minimum nya sekitar 2,09 meter. Setelah dirata-ratakan, didapatkan nilai Vs untuk lintasan 2 sebesar 508,17 m/s yang masuk kedalam klasifikasi B.

Tabel 4.4 Nilai Vs Lintasan 3

Lintasan 3	Shot	Ketebalan	Kedalaman	Vs	Klasifikasi Tanah
	1 (meter ke-0)	3,37 meter	3,37 meter	1086,44 m/s	B
		1,28 meter	4,65 meter	548,43 m/s	B
		2,23 meter	6,88 meter	447,98 m/s	B
	2 (meter ke-25)	3,28 meter	3,28 meter	951,47 m/s	B
		1 meter	4,28 meter	402,88 m/s	B
		2,22 meter	6,5 meter	329,97 m/s	C
	3 (meter ke-50)	1,5 meter	1,5 meter	945,24 m/s	B
		3 meter	4,5 meter	341,47 m/s	C
		1 meter	5,5 meter	211,78 m/s	C
4 (meter ke-75)	1,21 meter	1,21 meter	950,65 m/s	B	
	3,7 meter	4,91 meter	383,21 m/s	B	
	1,37 meter	6,28 meter	351,25 m/s	C	
5 (meter ke-100)	1,5 meter	1.5 meter	1024,32 m/s	B	
	1 meter	2,5 meter	511,47 m/s	B	
	2,5 meter	5 meter	311,98 m/s	C	
Rata-rata nilai Vs				586,56 m/s	B

Tabel 4.3 memberikan informasi untuk Lintasan 3. Dengan kondisi yang sama dengan 2 lapisan sebelumnya yang didominasi oleh lapisan dengan

klasifikasi B, lapisan ini memiliki rentang nilai Vs antara 360 m/s – 800 m/s. Lapisan ini mencapai kedalaman 6,88 meter dan kedalaman minimum nya sekitar 1,5 meter. Setelah dirata-ratakan, didapatkan nilai Vs untuk lintasan 1 sebesar 586,56 m/s yang masuk kedalam klasifikasi B.

Tabel 4.5 Nilai Vs Lintasan 4

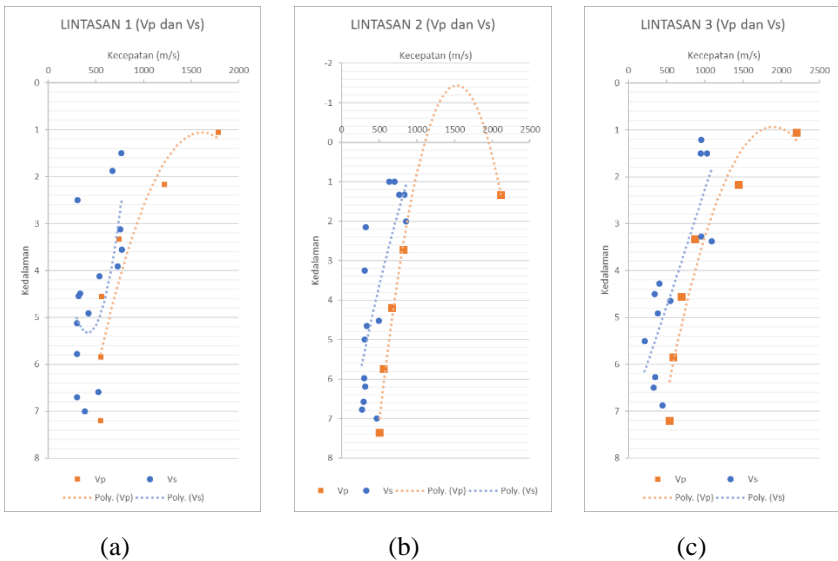
	Shot	Ketebalan	Kedalaman	Vs	Klasifikasi Tanah
Lintasan 4	1 (meter ke-0)	1,28 meter	1,28 meter	736,22 m/s	B
		1,41 meter	2,69 meter	682,05 m/s	B
		3 meter	5,69 meter	361,04 m/s	B
		1,21 meter	6,9 meter	331,52 m/s	C
	2 (meter ke-25)	1,21 meter	1,21 meter	671,04 m/s	B
		1,07 meter	2,28 meter	457,02 m/s	B
		3 meter	5,28 meter	378,66 m/s	B
		1,12 meter	6,4 meter	333,08 m/s	C
	3 (meter ke-50)	1,07 meter	1,07 meter	782,36 m/s	B
		1 meter	2,07 meter	523,86 m/s	B
		2,39 meter	4,46 meter	366,57 m/s	B
		1,44 meter	5,9 meter	305,25 m/s	C
	4 (meter ke-75)	1 meter	1 meter	748,14 m/s	B
		1,83 meter	2,83 meter	612,66 m/s	B
		1 meter	3,83 meter	428,51 m/s	B
		2,87 meter	6,7 meter	245,37 m/s	C
	5 (meter ke-100)	1 meter	1 meter	780,8 m/s	B
		1 meter	2 meter	390,89 m/s	B
		3 meter	5 meter	352,4 m/s	C
		2 meter	7 meter	267 m/s	C

Rata-rata nilai Vs	487,72 m/s	B
--------------------	------------	---

Selanjutnya merupakan informasi untuk lintasan terakhir yaitu Lintasan 4 yang dapat dilihat pada Tabel 4.5 diatas. Lintasan ini memotong ketiga lapisan sebelumnya. Namun, pada lintasan ini didapatkan informasi nilai Vs dengan rentang nilai Vs antara 360 m/s – 800 m/s yang masih masuk kedalam klasifikasi B. Lapisan ini mencapai kedalaman 5,69 meter dan kedalaman minimum nya sekitar 2 meter. Setelah dirata-ratakan, didapatkan nilai Vs untuk lintasan 1 sebesar 487,72 m/s yang masuk kedalam klasifikasi B.

1.3 Analisis Nilai Vp dan Vs

Setelah dilakukan pengolahan data seismik refraksi dan MASW di *software* pengolahan inversi masing-masing, didapatkan nilai Vp dan Vs untuk tiap lintasannya. Nilai Vp dan Vs tersebut kemudian di *plotting* untuk tiap lintasan kedalam bentuk profil 1D sebagai berikut.

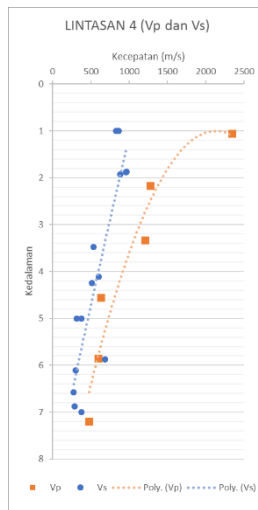


Gambar 4.6 Profil 1D nilai Vp dan Vs terhadap kedalam untuk Lintasan arah Utara -Selatan, a. Lintasan 1, b. Lintasan 2 dan c. Lintasan 3

Pada Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa nilai Vp lebih besar dibandingkan dengan nilai Vs. Hal tersebut sesuai dengan referensi yang digunakan. Gelombang-P memiliki kecepatan yang lebih besar dibanding dengan gelombang-S. Perbandingan untuk nilai Vp dan Vs diperkirakan sebesar 2:1 sampai 3:1. Pada Gambar 4.6 (a) memperlihatkan profil 1D Vp dan Vs terhadap kedalaman untuk Lintasan 1. Pada lintasan ini, sampai dengan kedalaman 1 meter – 1,25 meter merupakan lapisan karbonat dengan rentang nilai sesuai

referensi nilai V_p di lapangan menurun sebesar 1/3 dari nilai referensi skala lab yaitu 1830 m/s – 2000 m/s. Hal ini juga didukung dengan nilai V_s yang berada pada rentang 360 m/s – 800 m/s dan termasuk kedalam klasifikasi tanah B. Dengan seiring bertambahnya kedalaman, nilai V_p maupun V_s mengalami penurunan. Hal ini diinterpretasikan sebagai endapan lempung, yang memiliki nilai V_p maupun V_s yang lebih rendah dibandingkan lapisan karbonat. Namun demikian, terdapat pula nilai V_p dan V_s yang tidak stabil di kedalaman tertentu. Untuk V_s sendiri, penyebab ketidakstabilan tersebut diperkirakan akibat kondisi lapisan yang tersaturasi oleh air. Sedangkan untuk nilai V_p dapat disebabkan adanya *overburden* akibat tekanan oleh lapisan di atasnya. *Overburden* ini menyebabkan pepadatan lapisan sehingga nilai kecepatan meningkat.

Untuk selanjutnya, Gambar 4.6 (b) dan (c) juga menggambarkan hal yang serupa dengan Gambar 4.6 (a). Hanya saja rentang untuk masing-masing nilai V_p dan V_s serta kedalaman di tiap lapisan sedikit berbeda. Namun, hasil interpretasi dari ketiga lapisan tersebut menunjukkan lapisan atas dengan kedalaman antara 1 meter – 1,3 meter adalah lapisan karbonat. Sedangkan dari kedalaman 1,3 meter sampai batas maksimum kedalaman profil diinterpretasikan sebagai endapan lempung.



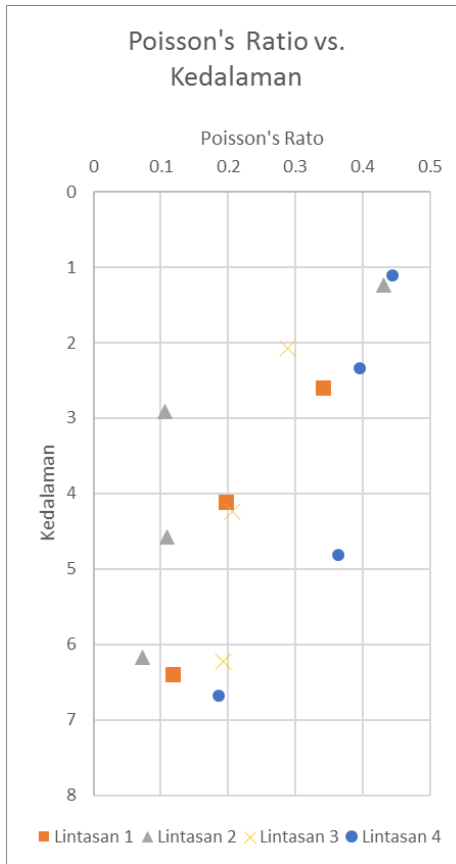
Gambar 4.7 Profil 1D nilai V_p dan V_s terhadap kedalaman untuk Lintasan arah Barat – Timur atau Lintasan 4

Pada Gambar 4.7 menunjukkan profil 1D untuk Lintasan 4. Lintasan ini memotong ketiga lintasan sebelumnya diantara meter ke 48 – 52. Untuk nilai V_p maupun V_s menunjukkan nilai yang serupa dengan 3 lintasan sebelumnya. Namun dapat diperhatikan bahwa nilai V_p pada lintasan ini mendekati nilai 2500 m/s atau sekitar 2330 m/s atau sedikit lebih besar dibanding lintasan-lintasan

sebelumnya. Hal tersebut dapat disebabkan oleh arah pemadatan lapisan karbonat yang mengarah ke arah Barat – Timur (Gambar 3.1) sehingga nilai kecepatan pada lintasan ini dominan lebih besar.

4.4 Hasil Perhitungan *Poisson's Ratio*

Perhitungan nilai *Poisson's Ratio* dilakukan secara teoritis pada tiap lintasan. Data input perhitungan nilai *Poisson's Ratio* berupa nilai V_p dan V_s yang didapatkan dari pengolahan data. Proses perhitungan dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel. Nilai *Poisson's Ratio* tiap lintasan kemudian di *plotting* kedalam profil nilai *Poisson's Ratio* dengan kedalaman seperti Gambar 4.8 berikut.

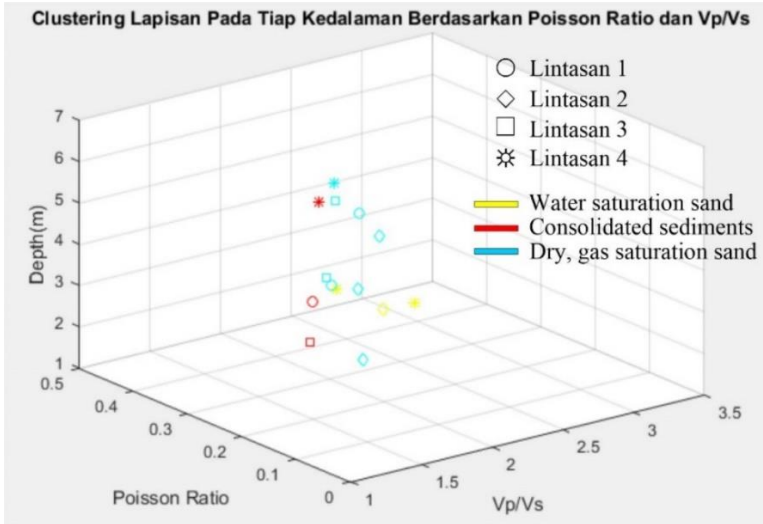


Gambar 4.8 Profil 1D nilai *Poisson's Ratio* terhadap kedalaman untuk seluruh lintasan akuisisi. Tiap warna dan simbol berbeda menunjukkan nilai *Poisson's Ratio* tiap lintasan

Gambar 4.8 memberikan informasi antara *Poisson's Ratio* dengan kedalaman. Pada kedalaman 1 meter – 2,2 meter memiliki nilai *Poisson's Ratio* dengan rentang 0,38 – 0,43. Rentang nilai tersebut dapat didefinisikan sebagai lapisan pasir tersaturasi air (jenuh) sesuai dengan referensi. Dengan definisi tersebut, hasil yang didapatkan dapat dikatakan sesuai (Gambar 2.8 dan Tabel 2.3). Hal tersebut dikarenakan kondisi lapisan karbonat yang sudah bukan berbentuk seperti awalnya (bongkah) namun sudah berbentuk butiran sehingga dapat dikategorikan sebagai lapisan pasir. Selain itu, kondisi lapangan sesuai hujan sehingga lapisan masih relatif basah menyebabkan nilai *Poisson's Ratio* yang dihasilkan menunjukkan kondisi lapisan yang jenuh air.

Untuk kedalaman 2,2 meter sampai 4 meter, memiliki rentang nilai 0,42 – 0,18 yang dapat didefinisikan sebagai lapisan pasir namun dengan tingkat saturasi air yang lebih rendah. Hal tersebut dapat dikarenakan lapisan yang basah akibat hujan hanya mencapai kedalaman 2,2 meter saja. Sedangkan pada kedalaman diatas 2,2 meter tersaturasi namun tidak sebesar lapisan diatasnya. Selanjutnya untuk lapisan dengan kedalaman 4 meter dan seterusnya memiliki nilai dibawah 0,38 yang didefinisikan sebagai lapisan tidak tersaturasi atau fluida pengisi udara. Penyebabnya adalah pada kedalaman ini air sisa hujan tidak dapat mengalir kebawah permukaan lebih jauh yang dikarenakan 2 faktor. Faktor pertama adalah kedalaman lapisan yang semakin besar yang memungkinkan air belum mencapai lapisan tersebut. Sedangkan faktor kedua adalah dari nilai V_p dan V_s sebelumnya, kedalaman ini didefinisikan sebagai endapan lempung. Telah diketahui bahwa sifat lempung yang *impermeable* sehingga air sulit mengalir pada endapan lempung.

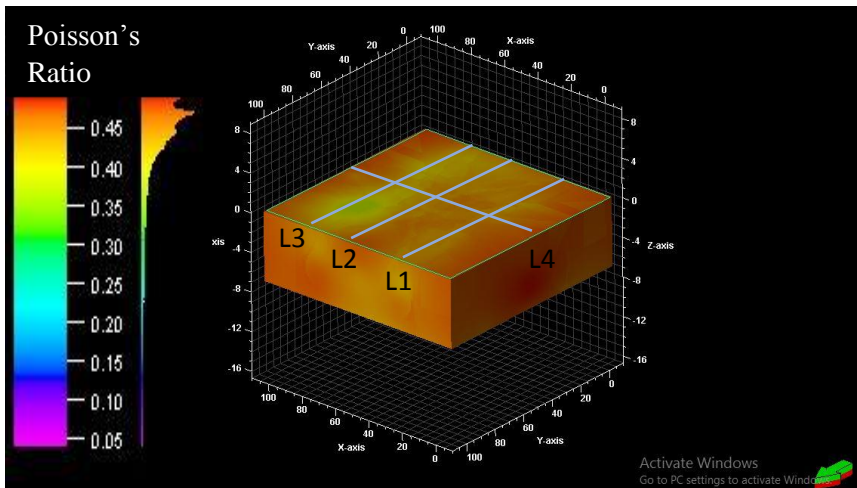
Selanjutnya dilakukan plotting nilai V_p/V_s , *Poisson's Ratio* dan kedalaman. Proses ini dilakukan karena nilai V_p/V_s dan *Poisson's Ratio* sesuai referensi saling *overlap* sehingga dapat mempermudah penggolongan jenis lapisannya. Hasil plotting dapat dilihat pada Gambar 4.9. Pada Gambar 4.9 diatas, dibagi menjadi 3 golongan yaitu lapisan saturasi air jenuh, lapisan saturasi jenuh sebagian dan lapisan tidak tersaturasi. Dapat dilihat bahwa pada kedalaman 1 meter masih terdapat lapisan tidak tersaturasi air. Kondisi ini ditunjukkan pada Lintasan 1 dan sesuai dengan kondisi lapangan yang lebih tinggi dibandingkan ketiga lintasan lainnya (undulasi-undulasi lapisan karbonat yang kurang rata). Selain itu, pada Lintasan 4 masuk kedalam lapisan padat mencapai kedalaman 5 meter. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, bahwa pada Lintasan 4 memiliki nilai V_p yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai V_p pada lintasan lainnya. Hal ini dikarenakan proses pemadatan lapisan karbonat searah dengan arah Lintasan 4 yaitu Barat – Timur. Sehingga lapisan pada lintasan ini dominan lebih padat dan tergolong kedalam lapisan terkonsolidasi (terpadatkan).



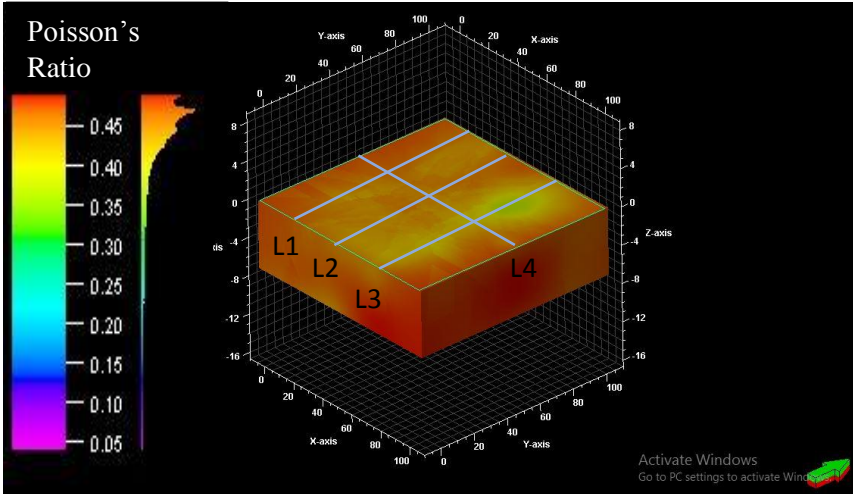
Gambar 4.9 Plotting nilai Vp/Vs , *Poisson's Ratio* dan Kedalaman. Tiap simbol berbeda menunjukkan perbedaan lintasan. Selanjutnya adalah perbedaan warna yang menunjukkan *clustering* lapisan berdasarkan nilai *Poisson's Ratio* dan Vp/Vs

4.5 Hasil Pemodelan *Poisson's Ratio*

Nilai *Poisson's Ratio* selanjutnya dimodelkan untuk melihat persebaran di lokasi penelitian. Hasil pemodelan dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut.



(a)

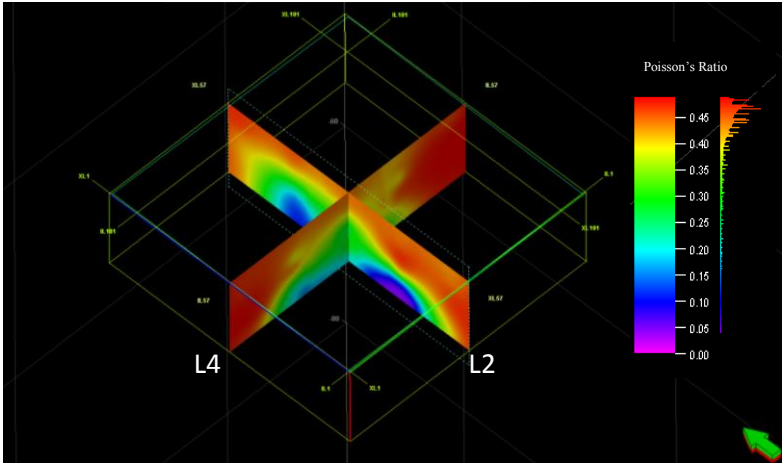


(b)

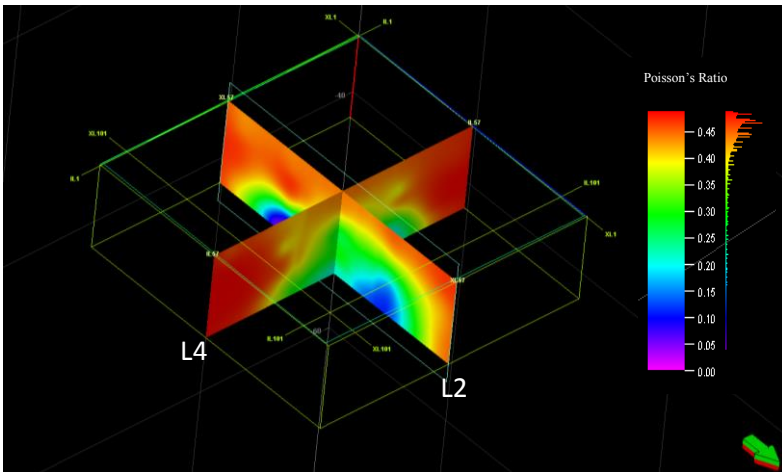
Gambar 4.10 Pemodelan *Poisson's Ratio* dengan skala nilai *Poisson's Ratio* telah disesuaikan berdasarkan referensi Schön, (2015) (Tabel 2.7). Gambar a. model menghadap selatan dan b. model menghadap utara

Pada gambar diatas, nilai *Poisson's Ratio* dominan bernilai diatas 0.3 untuk kedalam 1 meter – 3 meter, sedangkan diatas 3 meter nilai *Poisson's Ratio* bernilai dibawah 0,4. Hasil model juga menunjukkan hal serupa diatas permukaan menunjukkan nilai 0,35 (kuning-hijau) namun mulai kedalaman 1 meter dan seterusnya nilai *Poisson's Ratio* sudah berada pada rentang 0,4 – 0,45 (merah).

Pada model 3D (Gambar 4.10) merupakan hasil interpolasi nilai *Poisson's Ratio* yang dimiliki oleh tiap lintasan. Karena nilai *Poisson's Ratio* yang dimiliki terbatas, sehingga persebaran nilai yang dimiliki bisa jadi kurang merepresentasikan kondisi yang sebenarnya. Oleh karena itu, dibuat penampang 2D dengan melakukan *cross section* tepat di lintasan akuisisi dilakukan. Hasil *cross section* tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.11 berikut.



(a)



(b)

Gambar 4.11 Hasil *cross section* model 3D pada lintasan 2 dan lintasan 4. Gambar a. model menghadap timurlaut dan b. model menghadap baratdaya

Dari hasil *cross section* lebih terlihat persebaran nilai dari *Poisson's Ratio* di lokasi penelitian. *Cross section* pada model dilakukan pada lintasan 2 dan lintasan 4. Hasil *cross section* menunjukkan persebaran nilai *Poisson's Ratio* pada tiap kedalaman berbeda-beda. Nilai *Poisson's Ratio* untuk kedalaman 1

meter – 3 meter memiliki nilai *Poisson's Ratio* antara 0,4 – 0,49 (kuning-merah). Rentang nilai tersebut menunjukkan kondisi lapisan yang tersaturasi air (jenuh). Sedangkan pada kedalaman diatas 3 meter, nilai *Poisson's Ratio* menurun yaitu pada angka 0,38 (hijau – kuning). Lapisan ini diinterpretasikan sebagai lapisan karbonat yang tersaturasi air, namun kadar air tidak sebanyak lapisan diatasnya. Kondisi selanjutnya ditunjukkan pada kedalaman 5 meter yang menunjukkan nilai *Poisson's Ratio* pada rentang nilai 0,2 – 0,1. Nilai tersebut menunjukkan kondisi lapisan tersaturasi udara atau dapat dikatakan juga lapisan tidak tersaturasi.

4.6 Analisis untuk Perencanaan Fondasi

Setelah seluruh pengolahan data selesai dilakukan, dapat dilakukan analisis untuk perencanaan fondasi secara metode geofisika. Pada penelitian ini digunakan metode seismik refraksi dan *Multichannel Analysis Surface Wave* (MASW). Dari metode geofisika yang digunakan tersebut menghasilkan parameter fisis yaitu kecepatan gelombang-P (V_p), kecepatan gelombang-S (V_s) dan *Poisson's Ratio*. Analisis hasil menunjukkan bahwa keberadaan lapisan karbonat berperan penting dalam perencanaan fondasi bangunan. Selain menstabilkan kondisi tanah, lapisan karbonat juga berfungsi sebagai penimbun bagi lempung sehingga menyebabkan lapisan lempung menjadi lebih padat dan keras. Kondisi lapisan yang tersaturasi air perlu diperhatikan selanjutnya. Adanya air dapat mempengaruhi dalam pemilihan jenis/bahan pembangun fondasi serta penempatan atau lokasi fondasi akan dibangun kemudian.

Dengan menggunakan data sekunder, dapat dilakukan analisis geologi lingkungan pesisir terutama di lokasi penelitian yaitu Pesisir Gresik. Diketahui bahwa substrat asli di daerah penelitian berupa lanau. Substrat ini dibawa dari Perairan Gresik kearah pesisir dengan kecepatan arus 0,3 cm/detik – 39,7 cm/detik (referensi tahun 2017). Orientasi kecepatan arus didominasi oleh arah Selatan – Barat Daya. Pada lokasi penelitian diketahui bahwa jenis pasang di lokasi adalah *Mixed Tide Prevailing Semidiurnal*. Kondisi ini menjelaskan bahwa di lokasi penelitian mengalami pasang sebanyak 2 kali dan surut sebanyak 2 kali dalam sehari. Tinggi air laut diperkirakan sebesar 3,4 cm – 76 cm dengan period 3,3 detik – 5,6 detik.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Muttaqin (2013), perubahan garis Pantai Tanjungwidoro menggunakan data citra satelit menunjukkan abrasi rata rata sepanjang 135,15 m/tahun untuk tahun 1999 – 2006. Sedangkan mulai tahun 2006 – 2003 perubahan rata-rata garis pantai menurun sepanjang 82,10 m/tahun. Perubahan garis pantai di suatu daerah tersebut perlu dipertimbangkan karena dapat mempengaruhi kondisi bangunan untuk jangka panjang. Penurunan garis pantai juga akan mengurangi luas penggunaan lahan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengamatan lebih lanjut untuk perubahan garis pantai di lokasi penelitian. Akan lebih baik pula jika dilakukan *monitoring* secara berkala seperti

membuat basis data berisikan peta topografi-batimetri, peta hidro-oseanografi, dan peta geologi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hasil sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian terdapat 2 lapisan yang ditentukan berdasarkan nilai kecepatan gelombang-P (V_p) dan kecepatan gelombang-S (V_s). Lapisan pertama yaitu lapisan karbonat mencapai kedalaman 3 meter. Sedangkan untuk kedalaman diatas 3 meter merupakan endapan lempung. Nilai V_p dan V_s untuk lapisan karbonat yaitu 1212,8 m/s – 2342,62 m/s dan 737,15 m/s – 991,62 m/s. Sedangkan untuk endapan lempung yaitu 477 m/s – 876,07 m/s dan 296,44 m/s – 548,7 m/s.
2. Nilai *Poisson's Ratio* menunjukkan bahwa lapisan karbonat sampai kedalaman 3 meter tersaturasi jenuh (saturasi air). Sedangkan pada endapan lempung dengan kedalaman diatas 3 meter relatif kering atau tidak tersaturasi (saturasi udara). Nilai *Poisson's Ratio* menunjukkan kondisi lapisan sedangkan nilai V_p dan V_s menunjukkan jenis lapisan/litologi-nya. Ketiga parameter memiliki hubungan *linear* antara satu sama lain.
3. Lapisan karbonat berperan penting dalam perencanaan fondasi bangunan. Selain menstabilkan kondisi tanah, lapisan karbonat juga berfungsi sebagai penimbun bagi lempung sehingga menyebabkan lapisan lempung menjadi lebih padat dan keras. Adanya air dapat mempengaruhi dalam pemilihan jenis/bahan pembangun fondasi serta penempatan atau lokasi fondasi akan dibangun kemudian.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis dapat memberikan beberapa saran kepada pembaca maupun peneliti selanjutnya yaitu sebagai berikut :

1. Pelaksanaan akuisisi data disarankan dilakukan pada musim kemarau. Hal ini ditujukan agar data hasil akuisisi tidak dipengaruhi oleh genangan air hujan yang dapat mempengaruhi keambiguitasan data akibat kondisi lapisan bawah permukaan jenuh.
2. Saat menentukan desain akuisisi, panjang bentangan, jarak antar *geophone* serta jenis sumber *shot* perlu diperhatikan, terutama untuk metode seismik refraksi.
3. Untuk mendapatkan hasil yang lebih valid, perlu dibandingkan antara hasil akuisi data dengan data bor *Standard Penetration Test* (SPT). Hasil

perbandingan tersebut dapat meyakinkan hasil interpretasi lapisan bawah permukaan.

4. Nilai *Poisson's Ratio* akan lebih baik jika dapat dibandingkan dengan hasil pengukuran laboratorium. Pengukuran laboratorium yang disarankan adalah uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Strength Test/UCS*).

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, H.N. (2018), *PERHITUNGAN PARAMETER DINAMIS DAN PROFILING TANAH MENGGUNAKAN MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVE (MASW) DAN SEISMIK REFRAKSI STUDI KASUS*,.
- Bahri, S. dan Madlazim (2012), "Pemetaan Topografi, Geofisika Dan Geologi Kota Surabaya", *Jurnal Penelitian fisika dan Aplikasinya*, Vol.2, No.2, hal. 23–28.
- Bisch, P., Carvalho, E., Degee, H. dan Etc. (2012), *Eurocode 8 : Seismic Design of Buildings Worked examples*. <http://doi.org/10.2788/91658>.
- Bolt, (1982) dalam Claerbout, J.F. (1985) *Fundamentals Of Geophysical Data Processing*. Mcgraw Hill, New York.
- Bowles, J.E. (1996), *Foundation Analysis and Design*, Vol.5th Editio.
- Burger, H.R. (1992), "EXPLORATION GEOPHYSICS OF THE SHALLOW SUBSURFACE", *Prentice Hall*,.
- C. B. Park., Richard D., M., Xia, J. dan Ivanov, J. (2007), *Multichannel analysis of surface waves (MASW)— active and passive methods*, No.Figure 1, hal. 60–64.
- C. B. Park., (2005), *MASW Horizontal Resolution in 2D Shear-Velocity (Vs) Mapping by*,.
- Davidovici, V. (1985), *Genie Parasismique*. Gardner,.
- Deyan, A.F. (2016), *Analisis Poisson Ratio Untuk Menentukan Litologi Bawah Permukaan dengan Menggunakan Metode Refraksi dan MASW di Kecamatan Ulim, Pidie Jaya*,.
- Frick (2001), *Pondasi Jembatan*, hal. 40.
- Indanartha, N.G. (2018), *BERDASARKAN MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVE (MASW) SEBAGAI*,.
- J. R. Kayal (2008), "*Microearthquake Seismology and Seismotectonics of South Asia*", Springer, New York.
- Maemunah (2018), *ANALISIS DAYA DUKUNG TANAH PADA PONDASI JEMBATAN DI DESA LEMBAR KECAMATAN LEMBAR (NTB) MENGGUNAKAN METODE SEISMIK REFRAKSI*,.
- Muttaqin, A.D. (2013), *ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI MENGGUNAKAN DATA CITRA SATELIT*, hal. 42–46.

- Nurcandra, N. dan Koesuma, S. (2013), *Penentuan Tingkat Kekerasan Batuan Menggunakan Metode Seismik Refraksi di Jatikuwung Karanganyar*, Vol.3, No.1, hal. 5–11.
- Nurdiyanto, B., Hartanto, E., Ngadmanto, D., Sunardi, B. dan Susilanto, P. (2011), "Penentuan Tingkat Kekerasan Batuan Menggunakan Metode Seismik Refraksi", *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, Vol.12, No.3, hal. 211–220.
- Refrizon (2008), *Penentuan Struktur Bawah Permukaan Daerah Pantai Panjang Kota Bengkulu dengan Menggunakan Metode Seismik Refraksi*,.
- Rošer, Janez. dan Gosar, Andrej (2010), *Determination of Vs30 for seismic ground classification in the Ljubljana area, Slovenia*, *Acta Geotechnica Slovenica*
- Schön (2015), *Physical Properties of Rocks: Fundamentals and Principles of Petrophysics*,.
- Setiawan, B., (2008), *Pemetaan Tingkat Kekerasan Batuan Menggunakan Metode Seismik Refraksi*,.
- Sudarmoyo, Herianto, R. Harsawan, B. (2001), "Hubungan Antara Poisson's Ratio Dengan Porositas Dan Densitas Batuan Pasir Pada Lapangan Minyak", *Proceeding Simposium Nasional Iatmi, IATMI 2001*,.
- Supandjono, J., Hasan, K., Panggabean, H., Satria, D. dan Sukardi (1992), *Peta Geologi Lembar Surabaya-Sapulu*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Yohanella, A. dan Legowo, B. (2014), *Identifikasi Batuan Dasar menggunakan Metode Seismik Refraksi untuk Pondasi Bangunan di Universitas Sebelas Maret Ketingan Surakarta*, hal. 1–4.
- Zaky, F.A. (2014), *ANALISIS STABILITAS FONDASI DANGKAL DENGAN MENGGUNAKAN PROSEDUR ISO 19901-4*,.
- Zulfikar, M.N. (2018), *Karakterisasi Tanah Berdasarkan Nilai Poisson Ratio Bawah Permukaan Surabaya Menggunakan Metode Seismik Refraksi dan Multichannel Analysis Surface Wave (MASW)*,.

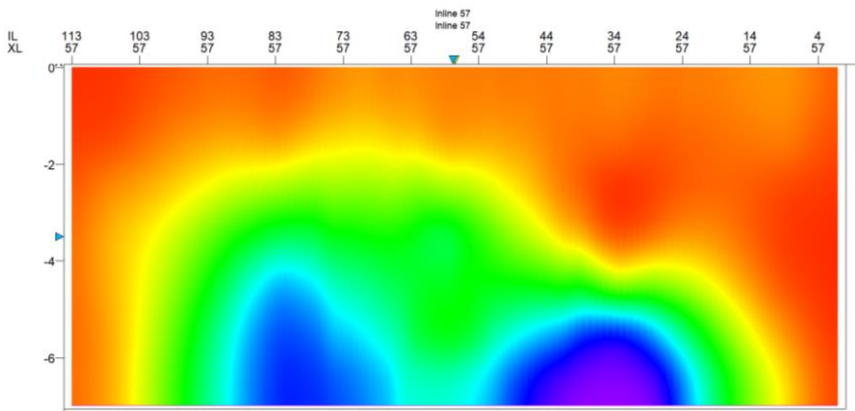
LAMPIRAN

1. Dokumentasi Akuisisi Data



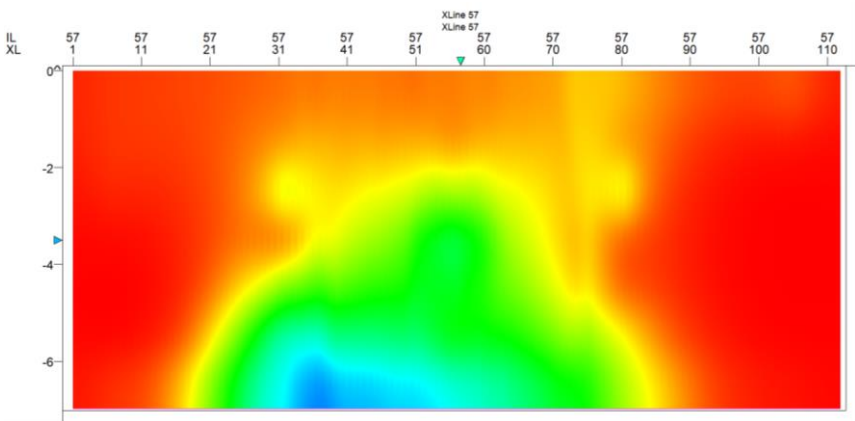
Gambar 1. Dokumentasi Akuisisi Data

2. Penampang 2D hasil *cross section* model untuk lintasan 2



Gambar 2. Penampang 2D *Poisson's Ratio* lintasan 2

3. Penampang 2D hasil *cross section* model untuk lintasan 4



Gambar 3. Penampang 2D *Poisson's Ratio* lintasan 4

4. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Muttaqin (2013)



Gambar 4. Peta Perubahan garis Pantai Tanjungwidoro tahun 1999-2006-2013

PROFIL PENULIS



Nadya Meilita atau biasa dipanggil Nadya lahir di Jakarta, 4 Mei 1997 merupakan anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan Ir. Yuspik Armi dan Rahmawati. Penulis sebelumnya menempuh pendidikan di SD S Yapenka (2003-2009), SMP N 68 Jakarta (2009-2012), dan SMA N 6 Jakarta (2012-2015). Hingga pada tahun 2015 penulis masuk di Departemen Teknik Geofisika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur SBMPTN.

Selama menempuh Pendidikan S1, penulis aktif dalam berbagai organisasi seperti Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika (HMTG ITS) sebagai Sekretaris II periode 2016/2017 dan Sekretaris I periode 2017/2018, *Society of Exploration Geophysicist ITS SC* sebagai staf *Big Event Division* periode 2016/2017 dan Staf Ahli *Human Resource Division* periode 2018, Lembaga Dakwah Departemen AI Ardh sebagai Sekretaris Divisi Kaderisasi dan Pengembangan Organisasi (KPO) periode 2016/2017 dan Sekretaris Badan Strategis Organisasi (BSO) periode 2017/2018. Selain itu penulis banyak mengambil peran dalam kepanitiaan kegiatan baik di tingkat departemen, fakultas maupun institut.

Pengalaman lain yang penulis dapatkan yaitu sebagai Asisten Praktikum Eksplorasi Seismik di Departemen Teknik Geofisika ITS semester gasal periode 2018/2019 serta menjadi Asisten Laboratorium Eksplorasi sejak tahun 2017. Penulis juga memiliki pengalaman Kerja Praktik di PT. Elnusa Tbk. Pada Bulan Juli 2018 dengan tema *Pengolahan Data Seismik Darat 2D Menggunakan Software Geovation dan Green Mountain Geophysics (GMG)*. Penulis telah mengikuti kuliah lapangan terpadu di Desa Lombang, Sumenep, Madura pada tahun 2018 dengan menggunakan enam metode (gaya berat, magnetik, seismik, geolistrik, mikrotremor dan magnetotelurik) dan pengamatan geologi. Selain itu penulis juga telah melakukan kuliah geologi lapangan di Karangsambung pada tahun 2017.

Apabila ingin berdiskusi lebih lanjut dapat menghubungi penulis melalui alamat email nadya.meilita123@gmail.com. Sekian dan terimakasih.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)