

**ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI DI KECAMATAN SUNGAI
LIMAU KABUPATEN PADANG PARIAMAN MENGGUNAKAN
METODE *MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVE*
(MASW)**



ANGELINE CHIKA RORENSIA

NIM. 19034004/2019

PROGRAM STUDI FISIKA

DEPARTEMEN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2023

**ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI DI KECAMATAN SUNGAI
LIMAU KABUPATEN PADANG PARIAMAN MENGGUNAKAN
METODE *MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVE*
(MASW)**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains*



Oleh:

ANGELINE CHIKA RORENSIA

NIM. 19034004/2019

**PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2023


PERSETUJUAN SKRIPSI

ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI DI KECAMATAN SUNGAI LIMAU KABUPATEN PADANG PARIAMAN MENGGUNAKAN METODE *MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVE* (MASW)

Nama : Angeline Chika Rorensia
NIM : 19034004
Program Studi : Fisika NK
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

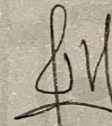
Padang, 16 Februari 2023

Mengetahui,
Kepala Departemen Fisika



Prof. Dr. Ratnawulan, M.Si
NIP. 19690120 199303 2 002

Disetujui Oleh :
Pembimbing



Syafriani, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19740305 199802 2 001

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

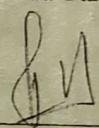
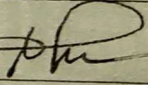
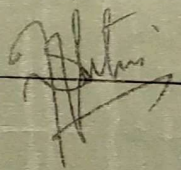
Nama : Angeline Chika Rorensia
NIM : 19034004
Program Studi : Fisika NK
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI DI KECAMATAN SUNGAI LIMAU KABUPATEN PADANG PARIAMAN MENGGUNAKAN METODE *MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVE* (MASW)

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi Departemen
Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 16 Februari 2023

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua Penguji	: Syafriani, S.Si., M.Si., Ph.D	
Anggota	: Dr. Akmam, M.Si	
Anggota	: Drs. Letmi Dwiridal, M.Si	

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Angeline Chika Rorensia
Tempat, Tanggal Lahir : Batam, 29 Desember 2000
NIM : 19034004
Program Studi : Fisika
Judul Penelitian / Skripsi : Analisis Potensi Likuifaksi di Kecamatan Sungai Limau Kabupaten Padang Pariaman Menggunakan Metode *Multichannel Analysis of Surface Wave* (MASW)

Dengan penuh kesadaran saya telah memahami sebaik – baiknya dan menyatakan bahwa penelitian dan karya ilmiah Skripsi ini bebas dari segala bentuk plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti adanya indikasi plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan buku pedoman pendidikan yang berlaku di Universitas Negeri Padang.

Padang, 7 November 2022

Mahasiswa



Angeline Chika Rorensia
NIM. 19034004

**Analisis Potensi Likuifaksi di Kecamatan Sungai Limau Kabupaten Padang
Pariaman Menggunakan Metode *Multichannel Analysis of Surface Wave*
(MASW)**

Angeline Chika Rorensia

ABSTRAK

Sungai Limau merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Padang Pariaman yang mengalami kerusakan parah akibat gempa bumi 30 September 2009. Secara geologi, wilayah Sungai Limau termasuk dalam kategori jenis tanah kambisol berupa lapisan pasir, sehingga rentan terhadap likuifaksi akibat gempa bumi. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis potensi likuifaksi dengan menggunakan metode *Multichannel Analysis of Surface Wave* (MASW).

Metode MASW dapat menghasilkan profil 2D Vs untuk menggambarkan struktur dan jenis material penyusun batuan di tiap kedalaman dan lapisan. Metode ini dapat mendeteksi Vs permukaan bawah tanah hingga kedalaman 30 meter. Pengambilan data dilakukan di Sungai Limau menggunakan alat *sysmatrack*-MAE dengan 4 lintasan pengamatan. Setiap pengukuran menggunakan jarak antar *geofon* sejauh 4 meter. Hasil kecepatan gelombang geser (Vs) dari MASW akan dibandingkan dengan pengklasifikasian jenis tanah dari UBC 1997.

Hasil rata-rata kecepatan gelombang geser kedalaman 30 m (Vs30) pada penelitian ini adalah 314.7-322.9 m/s pada lintasan pertama, 303.2-311 m/s pada lintasan kedua, 301.9-311.0 m/s pada lintasan ketiga, dan 300.6-304 m/s pada lintasan keempat. Keempat lintasan masuk dalam klasifikasi yang sama, yaitu jenis tanah sedang (kelas D). Hasil analisis potensi likuifaksi menunjukkan bahwa lapisan pertama pada kedalaman 0-3.0 meter dengan nilai Vs kurang dari 180 m/s memiliki tingkat potensi likuifaksi rendah pada lokasi pertama dan tingkat sedang pada lokasi kedua dengan kategori kelas E. Lapisan kedua pada kedalaman 3.0-7.5 meter dengan nilai Vs antara 180-360 m/s memiliki tingkat potensi likuifaksi sedang di lokasi pertama dan tingkat tinggi pada lokasi kedua dengan kategori kelas D. Lapisan ketiga pada kedalaman 7.5-13.5 meter dengan nilai Vs antara 300-360 m/s memiliki tingkat potensi likuifaksi sedang di lokasi pertama dan tingkat tinggi pada lokasi kedua dengan kategori kelas D. Lapisan keempat dan lapisan kelima pada kedalaman 13.5-30.0 meter dengan nilai Vs lebih dari 360 m/s memiliki tingkat potensi likuifaksi sedang dengan kategori kelas C.

Kata Kunci: Gempabumi, Likuifaksi, MASW

Analysis of Liquefaction Potential in Sungai Limau District Padang Pariaman Regency Using the Multichannel Analysis of Surface Wave (MASW) Method

Angeline Chika Rorensia

ABSTRACT

Sungai Limau is one of the sub-districts in Padang Pariaman Regency which was badly damaged by the earthquake on 30 September 2009. Geologically, the Sungai Limau area is included in the category of cambisol soil types with a layer of sand making it vulnerable to liquefaction due to earthquakes. This research was conducted to analyze the potential for liquefaction using the Multichannel Analysis of Surface Wave (MASW) method.

The MASW method can produce 2D V_s profiles to describe the structure and types of rock-forming materials at each depth and layer. This method can detect underground surfaces V_s to a depth of 30 meters. Data collection was carried out at Sungai Limau using the sysmatrack-MAE tool with 4 observation tracks. Each measurement uses a distance between geophones of 4 meters. The results of the shear wave velocity (V_s) from MASW will be compared with the classification of soil types from UBC 1997.

The results of the average shear wave velocity of 30 m depth (V_{s30}) in this study were 314.7-322.9 m/s on the first track, 303.2-311 m/s on the second track, 301.9-311.0 m/s on the third track, and 300.6- 304 m/s on the fourth pass. The four tracks fall into the same classification, namely medium soil type (class D). The results of the liquefaction potential analysis show that the first layer at a depth of 0-3.0 meters with a V_s value of fewer than 180 m/s has a low level of liquefaction potential at the first location and a moderate level at the second location with class E category. The second layer is at a depth of 3.0-7.5 meters with a V_s value between 180-360 m/s and has a moderate level of liquefaction potential at the first location and a high level at the second location with the class D category. The third layer at a depth of 7.5-13.5 meters with a V_s value between 300-360 m/s has a moderate liquefaction potential at the first location and a high level at the second location with the class D category. The fourth and fifth layers at a depth of 13.5-30.0 meters with a V_s value of more than 360 m/s have a moderate level of liquefaction potential with a class C category.

Keywords: *Earthquake, Liquefaction, MASW*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **Analisis Potensi Likuifaksi di Kecamatan Sungai Limau Kabupaten Padang Pariaman Menggunakan Metode *Multichannel Analysis of Surface Wave* (MASW)**. Penulisan skripsi ini sebagai syarat dalam menyelesaikan Program Strata Satu (S1) dan memperoleh gelar Sarjana Sains di Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Syafriani, M.Si., Ph.D selaku pembimbing tugas akhir dan Ketua Prodi Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang yang telah meluangkan waktu serta memberikan masukan dan saran selama pelaksanaan penelitian sampai pembuatan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Hamdi, M.Si., Bapak Drs. Akmam, M.Si., dan Bapak Drs. Letmi Dwiridal, M.Si., selaku tim penguji yang telah memberikan saran dan kritikan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Seluruh Tim Seismik beserta bg Edi yang telah membantu sehingga terlaksananya penelitian.

Segala upaya telah penulis lakukan untuk menyajikan skripsi ini sebaik mungkin, namun penulis menyadari masih banyak kekurangan-kekurangan di dalamnya. Oleh

karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan di masa yang akan datang. Atas kritik dan sarannya penulis ucapkan terima kasih. Harapan penulis semoga makalah ini dapat memberikan manfaat dan tambahan ilmu bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Padang, 12 Desember 2022

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN TEORITIS	6
A. Gempabumi	6
B. Likuifaksi	7
C. Gelombang Seismik	15
D. Dispersi Gelombang Rayleigh	18
E. Kecepatan Gelombang Geser (Vs).....	20
F. Metode MASW	21
G. Transformasi Fourier.....	24
H. Modulus Geser	25
I. Penelitian Relevan.....	26
J. Kerangka Berpikir	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
A. Jenis Penelitian.....	31
B. Tempat Dan Waktu Penelitian	31
C. Variabel Penelitian.....	32

D. Instrumen Penelitian.....	32
E. Prosedur Penelitian.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
A. Hasil	41
B. Pembahasan.....	55
BAB V PENUTUPAN	60
A. Kesimpulan	60
B. Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	67

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR		Halaman
1.	Pergeseran Kerak Bumi Memancarkan Radiasi Gelombang Gempabumi (Yagi, IISEE, 2006)	6
2.	Skema Perubahan Atau Pergerakan Partikel Tanah (Rosyidi, 2020).....	7
3.	Skematik Beberapa Kegagalan Tanah Akibat Terjadinya Likuifaksi (Rosyidi, 2020)	7
4.	Kondisi Partikel Tanah Saat Normal Sebelum Terjadinya Kenaikan Tegangan Air Pori (Mina & Indera, 2018)	9
5.	Kondisi Partikel Tanah Saat Mengalami Getaran Saat Terjadinya Kenaikan Tegangan Air Pori (Mina & Indera, 2018)	10
6.	Gelombang Primer (P-Wave) (Elnashai & Sarno, 2008).....	15
7.	Gelombang Sekunder (S-Wave) (Elnashai & Sarno, 2008).....	16
8.	Gelombang Rayleigh (Elnashai & Sarno, 2008).....	17
9.	Gelombang Love (Elnashai & Sarno, 2008).....	18
10.	Gambaran Umum Metode MASW (A) MASW Aktif (B) MASW Pasif (Park dkk., 1999)	23
11.	Kerangka Berpikir Menentukan Potensi Likuifaksi.....	29
12.	Peta Lokasi Peneliatan	31
13.	Sensor Geofon Dengan Frekuensi Natural 28 Hz (Rosyidi, 2020).....	32
14.	Alat Seismograf Yang Dihubungkan Pada Sensor Geofon Dan Komputer (Rosyidi, 2020)	33
15.	Sumber Gelombang Mekanik (Rosyidi, 2020)	34
16.	Prosedur Penelitian Analisis Potensi Likuifaksi Menggunakan Metode Multichannel Analysis of Surface Wave (MASW)	35
17.	Tata Letak Sumber Gelombang (a) Awal Lintasan (b) Tengah Lintasan (c) Akhir Lintasan	36
18.	Proses Ekstraksi (Geometrics, Inc., 2009)	37
19.	Picking Spektrum Kurva Dispersi (Geometrics, Inc., 2009)	38
20.	Fungsi Kurva Dispersi (Geometrics, Inc., 2009)	39
21.	Kurva Hasil Proses Inversi (Geometrics, Inc., 2009)	39
22.	Profil 2D Vs (Geometrics, Inc., 2009).....	40
23.	Konfigurasi Pengukuran (a) Lokasi Pertama (b) Lokasi Kedua	41
24.	Tampilan File Data	42
25.	Tampilan Data Pengukuran (a) Lintasan 1 (b) Lintasan 2 (c) Lintasan 3 (d) Lintasan 4.....	43
26.	Proses Ekstraksi (a) Sebelum Ekstraksi (b) Sesudah Ekstraksi	44
27.	Picking Spektrum Kurva Dispersi (a) Lintasan 1 (b) Lintasan 2 (c) Lintasan 3 (d) Lintasan 4	46
28.	Tampilan Fungsi Kurva Dispersi (a) Lintasan 1 (b) Lintasan 2 (c) Lintasan 3 (d) Lintasan 4	48
29.	Proses inversi (a) lintasan 1 (b) lintasan 2 (c) lintasan 3 (d) lintasan 4	49
30.	Profil 1D Vs (a) Lintasan Pertama (b) Lintasan Kedua (c) Lintasan Ketiga (d) Lintasan Keempat.....	51

31.	Profil 2D Vs (s) Lintasan Pertama (b) Lintasan Kedua (c) Lintasan Ketiga (d) Lintasan Keempat.....	53
32.	Profil 3D Vs Metode MASW (a) Lokasi Pertama (b) Lokasi Kedua	54

DAFTAR TABEL

TABEL	Halaman
1. Pengklasifikasian Jenis Tanah dan Batuan	20
2. Parameter Akuisisi Maksimum MASW Aktif	24

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
1. Proses Pengambilan Data.....	67
2. Proses Data Penelitian.....	67
3. Data Kecepatan Gelombang Geser Setiap Indeks.....	73
4. Perhitungan Analisis Potensi Likuifaksi.....	75

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sumatera Barat merupakan daerah dengan tingkat kejadian gempa bumi yang cukup tinggi. Hal ini dikarenakan Sumatera Barat berada di pertemuan lempeng Indo-Australia yang menunjam ke bawah lempeng Eurasia sehingga menyebabkan subduksi miring, serta memunculkan Sesar Sumatera dan Sesar Mentawai. Sesar Sumatera membentang sepanjang pulau Sumatera mulai dari Selat Sunda sampai ke wilayah Aceh dan Laut Andaman (Natawidjaja, 2021). Metrikasari (2020) menyatakan bahwa Sumatera Barat memiliki tujuh segmen sesar aktif yang merupakan bagian dari sistem sesar Sumatera yaitu segmen Siulak, segmen Sumpur, segmen Sianok, segmen Sumani, segmen Barumun, segmen Angkola, dan segmen Suliti. Pada Februari 2022 Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) menemukan patahan baru di Sumatera Barat yaitu segmen Talamau yang diketahui setelah gempa Pasaman Barat 28 Februari 2022.

Tersebar nya segmen patahan tersebut menyebabkan Sumatera Barat tercatat pernah mengalami beberapa kali kejadian bencana alam yang merusak akibat gempa bumi. Salah satunya adalah peristiwa gempa bumi dahsyat pada 30 September 2009 dengan magnitudo 7,6 dengan pusat gempa 57 km di barat daya Kota Pariaman pada kedalaman 71 km. Gempabumi ini berdampak di beberapa daerah, antara lain Kabupaten Padang Pariaman, Kota Padang, Pesisir Selatan, Kabupaten Pasaman dan Kabupaten Agam (Setyonegoro, 2013).

Kecamatan Sungai Limau menjadi salah satu kecamatan di Kabupaten Padang Pariaman yang mengalami kerusakan parah akibat gempa bumi. Menurut data Satkorlak PB pada tahun 2009 tercatat sebanyak 6.659 rumah mengalami kerusakan dimana kerusakan ringan sebanyak 981 rumah, kerusakan sedang sebanyak 1.095 rumah dan kerusakan berat sebanyak 4.583 rumah. Tingginya tingkat kerusakan disebabkan karena Sungai Limau merupakan daerah pesisir yang dekat dengan zona subduksi, Sesar Mentawai dan Sesar Sumatera. Sungai Limau juga memiliki sejumlah tempat wisata di pesisir pantainya yang membuat kawasan ini menjadi semakin berkembang dengan pemukiman yang semakin padat. Secara geologi Sungai Limau masuk dalam kategori jenis tanah kambisol (FAO-Unesco, 2007). Kambisol merupakan jenis tanah yang tumbuh di atas batu kapur yang memiliki tekstur berupa pasir bergeluh halus atau pasir sangat halus. Menurut Hakam (2012), likuifaksi hanya terjadi pada tanah pasir *semi-impermeable* seperti pasir berlumpur, pasir liat dan pasir halus. Oleh karena itu, daerah ini rentan terhadap bencana geologi, salah satunya ialah likuifaksi.

Likuifaksi adalah peristiwa pencairan tanah granular yang jenuh akibat beban gempa atau beban dinamik lainnya disebabkan oleh peningkatan tekanan efektif air pori tanah (Rosyidi, 2020). Likuifaksi terjadi pada tanah *semi-impermeable* karena jenis tanah tersebut memiliki pori/rongga yang besar sehingga sulit untuk mencapai kepadatan maksimal. Tanah dengan pori yang besar memiliki sifat porositas yang baik sehingga memicu terjadinya keadaan jenuh air. Potensi likuifaksi pada tanah granular akibat gempa bumi dipengaruhi oleh faktor seismik yaitu magnitudo gempa, percepatan seismik permukaan tanah, dan jarak episenter (Muntohar, 2012). Dalam menganalisis potensi likuifaksi diperlukan data kedalaman muka air tanah (MAT) dan data kecepatan gelombang geser (V_s). Kedalaman

muka air tanah (MAT) adalah air (*groundwater*) yang berada di bawah muka air tanah pada zona jenuh air, sedangkan kecepatan gelombang geser (V_s) adalah parameter dalam menentukan pemetaan kondisi bawah permukaan terhadap kekuatan guncangan gempa, amplifikasi tanah, likuifaksi, dan kebutuhan rekayasa (Xia dkk., 2000). Pada penelitian ini data kedalaman MAT bersumber dari hasil penelitian Monica dkk. (2020) dan data V_s dikaji menggunakan salah satu metode geofisika, yaitu metode *Multichannel Analysis of Surface Wave* (MASW).

MASW (*Multichannel Analysis of Surface Wave*) adalah salah satu metode seismik yang dapat mengevaluasi elastisitas tanah dengan menghasilkan profil 2D V_s . Prinsip metode MASW didasarkan pada teori perambatan gelombang Rayleigh dimana gelombang dihasilkan oleh interaksi gelombang geser dengan lapisan tanah permukaan. Dengan mengukur kecepatan gelombang permukaan Rayleigh, maka dapat diperkirakan profil V_{s30} . Nilai V_{s30} ini dapat memberi informasi tentang wilayah mana saja yang cenderung mengalami amplifikasi gelombang yang lebih besar dibandingkan wilayah lainnya. Penggunaan metode MASW dilakukan karena merupakan metode pengujian NDT (*non-destructive testing*) atau tidak merusak. Rosyidi (2020) menyimpulkan bahwa prosedur analisis potensi likuifaksi gabungan berdasarkan data V_s dari gabungan teknik MASW dan geolistrik telah diusulkan untuk memberikan penyelesaian bagi analisis potensi likuifaksi pada daerah rawan gempa secara cepat dan interaktif.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai likuifaksi di daerah Sungai Limau yang bertujuan untuk menganalisis potensi likuifaksi dan mengurangi risiko kerusakan serta kerugian akibat bencana gempabumi di daerah tersebut.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka didapatkan beberapa identifikasi masalah, yaitu:

1. Secara geologi Sungai Limau memiliki potensi mengalami likuifaksi apabila terjadi gempa bumi dengan magnitudo besar.
2. Belum ada data kecepatan gelombang geser (V_s) di wilayah Sungai Limau.
3. Belum ada penelitian mengenai potensi likuifaksi di Kecamatan Sungai Limau menggunakan metode *Multichannel Analysis of Surface* (MASW)

C. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini cakupan ruang lingkup permasalahan dibatasi pada:

1. Lokasi penelitian berada di Nagari Pilubang, Sungai Limau.
2. Data V_s diperoleh berdasarkan metode *Multichannel Analysis of Surface Wave* (MASW).

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah di atas maka perlu dikaji permasalahan dalam penelitian ini yaitu bagaimana menentukan potensi likuifaksi di wilayah Sungai Limau berdasarkan metode MASW?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui hasil analisis potensi likuifaksi di wilayah Sungai Limau berdasarkan metode MASW.

F. Manfaat Penelitian

Adapaun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai hasil analisis potensi likuifaksi di wilayah Sungai Limau upaya untuk mengurangi risiko kerusakan serta kerugian akibat bencana gempabumi.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi dunia sains khususnya dibidang fisika.
3. Sebagai ide dan sumber informasi maupun referensi dalam pengembangan penelitian dibidang seismik untuk peneliti lain.
4. Sebagai syarat untuk menyelesaikan studi di jenjang S1 Fisika.