

Estimasi kecepatan gelombang geser dan karakterisasi tanah di Universitas Islam Indonesia menggunakan metode *multichannel analysis of surface wave*

Muhammad Faizal Akbar^{1,*}, Anggit Mas Arifudin¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, D.I.Yogyakarta, Indonesia

Article Info

Available online

Keywords:

MASW
Vs30
Soil characterization
Microzonation
Liquefaction

Corresponding Author:

Muhammad Faizal Akbar
19511094@students.uii.ac.id

Abstract

Indonesia lies in a highly seismic region, making soil characterization essential, particularly at the Islamic University of Indonesia (UII), which is located near the Opak Fault. The geological variability across the campus requires an evaluation of dynamic soil properties such as shear wave velocity (V_s) to better understand site response during seismic loading. This study aims to estimate V_{s30} values, identify soil characteristics, compare MASW-derived values with USGS data, and assess liquefaction potential and microzonation within UII. Field measurements were conducted at 12 survey points using the Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW) method. The collected seismic data were processed using Geopsy, Dinver, and QGIS to produce shear wave velocity profiles and spatial zonation maps. The results indicate that soil classification across UII is predominantly SC-SD. The highest V_{s30} value was identified at the Faculty of Psychology and Cultural Studies, reaching approximately 363.6 m/s, while the lowest V_{s30} value occurred at the Faculty of Medicine Laboratory with approximately 218.8 m/s. Liquefaction susceptibility ranges from moderate to high, influenced by local subsurface variability. The resulting microzonation map provides essential spatial information for earthquake-resistant infrastructure planning on the campus.

Copyright © 2026 Universitas Islam Indonesia
All rights reserved

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat aktivitas seismik tertinggi di dunia karena terletak di kawasan Cincin Api Pasifik, tempat bertemunya tiga lempeng tektonik utama yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Posisi tektonik ini menyebabkan Indonesia rentan terhadap gempa bumi yang sering kali mengakibatkan kerusakan besar pada infrastruktur dan kehilangan nyawa (Putra dkk., 2020). Oleh karena itu, penelitian mengenai karakteristik tanah dan struktur bawah permukaan menjadi penting untuk mengurangi dampak dari bencana gempa bumi.

Salah satu peristiwa gempa besar yang mencatatkan dampak signifikan di Indonesia

adalah gempa Yogyakarta pada tahun 2006 dengan magnitudo 6,3. Gempa ini menewaskan lebih dari 6.000 orang dan menyebabkan kerusakan infrastruktur yang luas, terutama di wilayah Bantul dan Sleman. Wilayah ini berada dekat dengan jalur Sesar Opak, sebuah sesar aktif yang berperan penting dalam aktivitas seismik lokal di Yogyakarta (Syahbana dkk., 2022).. Peristiwa ini menegaskan pentingnya memahami kondisi geologi dan karakteristik tanah untuk mitigasi risiko bencana gempa di kawasan tersebut.

Universitas Islam Indonesia (UII), yang terletak di Sleman, Yogyakarta, berada di kawasan yang rentan terhadap dampak gempa bumi. Posisi geografisnya yang dekat dengan Sesar Opak meningkatkan risiko

kerusakan struktural akibat gempa. Penelitian geoteknik dan geofisika yang mempelajari karakteristik tanah di sekitar kampus UII sangat penting untuk memberikan informasi yang relevan bagi pengembangan kawasan dan perencanaan bangunan tahan gempa di wilayah tersebut (Pradipta dkk., 2023).

Dalam konteks mitigasi risiko bencana, metode *Multichannel Analysis of Surface Waves* (MASW) telah menjadi alat yang andal untuk mengkaji struktur bawah permukaan. MASW adalah metode geofisika non-invasif yang memanfaatkan analisis gelombang permukaan untuk menentukan kecepatan gelombang geser (*shear wave velocity/Vs*) dari lapisan tanah (Wang dkk., 2021). Kecepatan gelombang geser merupakan parameter penting dalam menentukan sifat dinamis tanah, seperti daya dukung tanah dan potensi likuifaksi, yang relevan untuk menilai kerentanan terhadap gempa bumi.

Keunggulan MASW terletak pada kemampuannya untuk menghasilkan profil kecepatan gelombang geser hingga kedalaman tertentu tanpa memerlukan pengeboran, sehingga lebih ekonomis dibandingkan metode konvensional. Selain itu, metode ini cocok untuk diterapkan di berbagai jenis lingkungan geologi, termasuk kawasan dengan aktivitas tektonik tinggi seperti Yogyakarta (Wijaya & Anindita, 2021).

Dalam penelitian ini, metode MASW digunakan untuk mengestimasi kecepatan gelombang geser dan menganalisis karakteristik tanah di kawasan Universitas Islam Indonesia. Studi ini tidak hanya bertujuan untuk memahami sifat mekanis tanah, tetapi juga untuk memberikan rekomendasi dalam pengelolaan risiko gempa bumi di kawasan kampus dan sekitarnya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi profil bawah permukaan tanah di Universitas Islam Indonesia dengan mengestimasi kecepatan gelombang geser

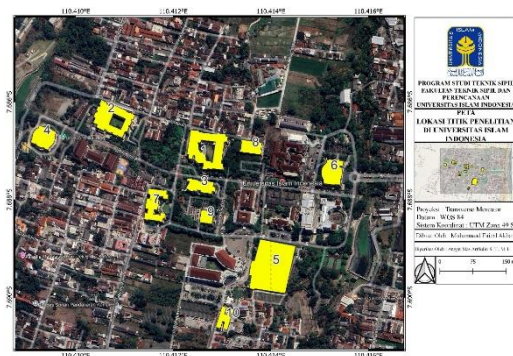
menggunakan metode MASW. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar untuk perencanaan bangunan yang lebih aman dan tahan terhadap gempa di kawasan yang terletak di dekat jalur sesar aktif.

Metode Penelitian

Lokasi

Penelitian ini dilakukan di 12 titik di Universitas Islam Indonesia (UII) yaitu:

1. Gedung Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
2. Gedung Fakultas Teknik Industri
3. Gedung Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
4. Gedung Fakultas Psikologi dan Sosial Budaya
5. Gedung Fakultas Ilmu Agama Islam
6. Gelanggang Olahraga
7. Lapangan Bola
8. Masjid Ulil Albab
9. Laboratorium Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
10. Laboratorium Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
11. Laboatorium Fakultas Kedokteran
12. Rusunawa (Laki-laki)



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Alat MASW

Pada penelitian ini menggunakan seperangkat alat MASW berupa :

1. *Sledgehammer* (Palu Besar)
2. *Geophone* (Penerima Gelombang)
3. Kabel *Geophone*
4. Kabel *Trigger*

5. *Base Plate* (Pelat Dasar)
6. *Strike Plate* (Pelat Pemukul)
7. Laptop
8. Meteran
9. Seismograf PASI



Gambar 2. Alat Pengujian MASW

Tahapan penelitian

Tahapan penelitian merupakan cara yang digunakan untuk mengolah data hingga mencapai hasil penelitian yang diinginkan. Data yang telah didapatkan kemudian dianalisis berdasarkan proses pengerjaannya. Dalam menyelesaikan penelitian ini ada beberapa tahapan dalam proses pengerjaannya. Proses pengerjaan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Tahap Persiapan

Tahap ini dilakukan pencarian atau mempelajari literatur yang berhubungan dengan tema penelitian dan melakukan observasi secara langsung di lapangan untuk menentukan konstruksi yang akan dianalisis.

2. Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan penelitian terdiri atas tahap akuisisi data dan tahap pengolahan data.

a. Tahap Akuisisi Data

Tahap akuisisi data dilakukan menggunakan metode *Multichannel Analysis of Surface Waves* (MASW) dengan 24 geophone yang dipasang berjajar dengan spasi 2 m. Geophone dihubungkan ke seismograf multichannel dan laptop. Sumber gelombang yang digunakan berupa palu

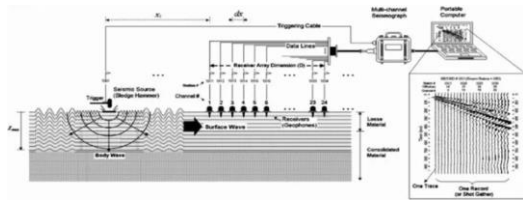
(*weigh drop*). Konfigurasi akuisisi disesuaikan untuk memperoleh rasio signal-to-noise (S/N) yang baik, di mana kedalaman investigasi dipengaruhi oleh energi sumber dan panjang gelombang. Semakin besar kedalaman target, semakin besar energi sumber yang diperlukan serta pengaturan spasi geophone yang sesuai.

b. Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak Geopsy yang meliputi beberapa tahapan, yaitu *preprocessing* data seismik (filtering dan normalisasi), transformasi data ke domain frekuensi–gelombang menggunakan metode *frequency–wavenumber* (f–k) atau FFT, ekstraksi kurva dispersi gelombang Rayleigh, serta inversi kurva dispersi menggunakan aplikasi Dinver untuk memperoleh profil kecepatan gelombang geser (V_s). Hasil inversi selanjutnya diinterpretasikan untuk menggambarkan karakteristik bawah permukaan dan divalidasi dengan data pendukung seperti data geoteknik atau referensi lain.

c. Tahap Validasi Data

Validasi data dilakukan dengan membandingkan nilai V_{s30} hasil pengukuran MASW dengan nilai V_{s30} dari USGS pada lokasi yang sama. Perbandingan ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian karakteristik tanah dan klasifikasi situs. Validasi dinyatakan baik apabila nilai V_{s30} dan klasifikasi tanah menunjukkan kesesuaian atau perbedaan yang masih dapat diterima secara geoteknik. Apabila terdapat perbedaan yang signifikan, dilakukan penyesuaian parameter inversi MASW atau pengulangan proses ekstraksi kurva dispersi agar hasil lebih merepresentasikan kondisi geologi setempat.



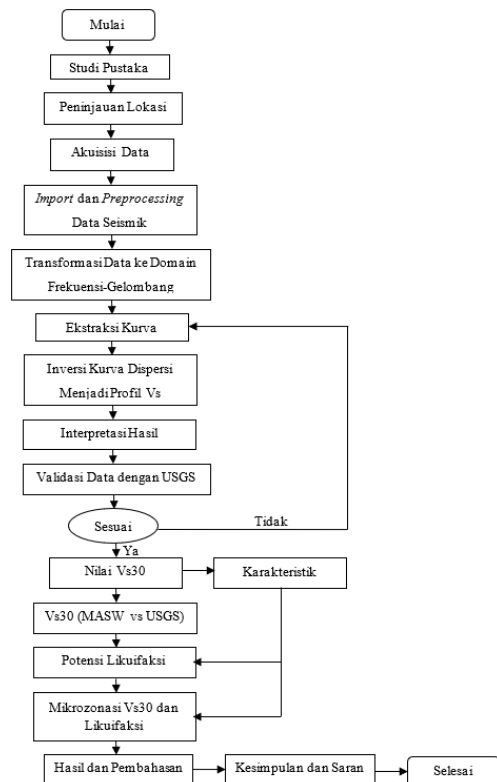
Gambar 3. Skema Pengambilan Data MASW di Lapangan

d. Potensi Likuifaksi

Pada tahap ini akan dilakukan analisis potensi likuifaksi dengan cara menghitung nilai V_{s30} dan menentukan batasan likuifaksi berdasarkan nilai V_{s30} . Tanah akan berpotensi likuifaksi jika $V_s < 175-350$ m/s. Kemudian menentukan kedalaman dan lokasi lapisan yang berpotensi likuifaksi sesuai dengan SNI 1726-2019. Setelah itu, membuat peta zonasi V_{s30} atau peta potensi likuifaksi.

Diagram alir

Adapun diagram alir untuk penelitian atau *flowchart* penelitian ini dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 4. Diagram Alir

Hasil dan Pembahasan

Pengambilan data

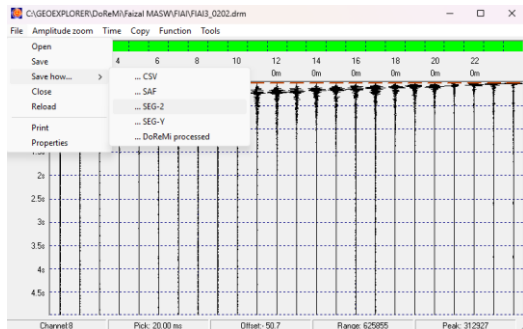
Pada tahap ini dilakukan pengambilan data di lapangan menggunakan seperangkat alat MASW. Berikut adalah Langkah-langkah dalam pengambilan data :

1. Pengambilan data dimulai dengan menggelar meteran sepanjang 50 meter,
2. Meletakkan *geophone* dan bantalan *geophone* di sepanjang meteran sebanyak 24 buah dan berjarak 2 meter,
3. Menggelar kabel *Geophone* dan kabel *Trigger* sepanjang meteran,
4. Meletakkan seismograf dan laptop diujung meteran,
5. Meletakkan palu dan pelat dasar diujung meteran sisi satunya,
6. Memasang *geophone* dengan kabel *geophone* serta menancapkan *geophone* dengan bantalan *geophone* agar berdiri,
7. Koneksikan laptop dengan seismograf dan membuka aplikasi *GeoExplorer* untuk merekam data getaran tanah,
8. Setelah semua terpasang lakukan pemukulan palu agar data dapat direkam di laptop.

Analisis data menggunakan geopsy dan dinver

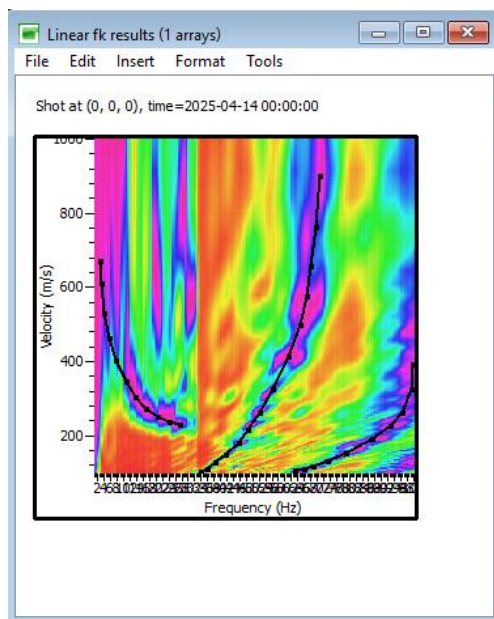
1. Aplikasi Geopsy

Aplikasi ini digunakan untuk menganalisis gelombang geser tanah yang telah diuji di lapangan. Data yang telah diuji di lapangan dengan format *.drm* diubah dahulu menjadi *.SEG-2* menggunakan aplikasi *GeoExplorer* kemudian masuk ke bagian DoReMi dan pilih di bagian seismograf. Setelah itu pilih di bagian File dan Save dengan format *.SEG-2* seperti pada Gambar 6 berikut.



Gambar 5. Konversi Format Data FIAI

Kemudian di konversi ke dalam domain frekuensi-gelombang menggunakan metode spektrum *frequency-wavenumber* (f-k) dan data yang telah di konversi ke dalam domain frekuensi-gelombang diatur dibagian *Linear FK Toolbox* menyesuaikan amplitudo yang ada, lalu data di ekstrak manual menjadi kurva dispersi agar mendapatkan profil Vs seperti Gambar 6 berikut.

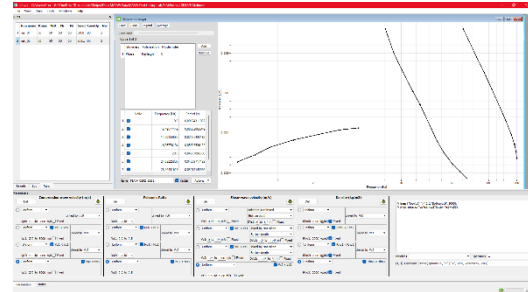


Gambar 6. Picking Kurva Dispersi Data FIAI

2. Aplikasi Dinver

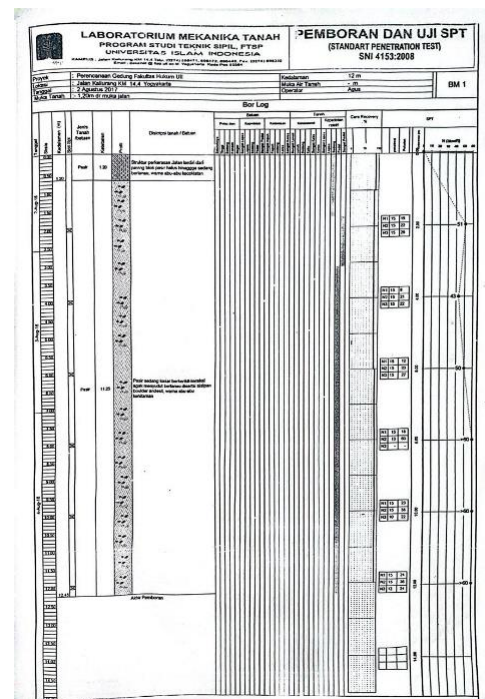
Setelah kurva dispersi didapatkan dilanjut dengan menggunakan aplikasi Dinver untuk mendapatkan profil Vs. Aplikasi ini dapat mengubah kurva dispersi dengan cara memasukkan data dari aplikasi *Geopsy* dan

menentukan parameter tanah sesuai lokasi yang ditinjau seperti Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Menentukan Parameter Tanah Data FIAI

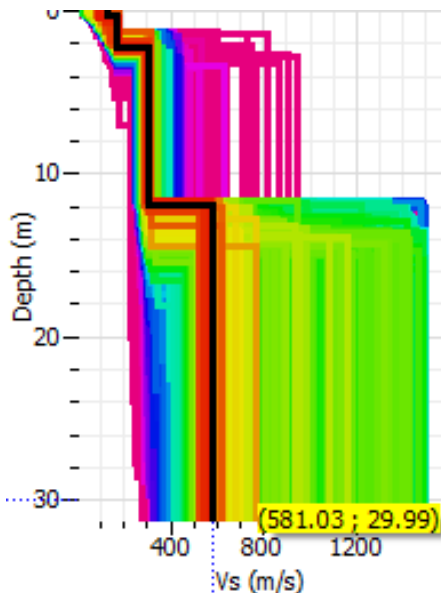
Parameter ini disesuaikan dengan data bor-log tanah di lokasi pengujian. Karena data bor-log di lokasi pengujian tidak ada, maka bisa dipakai data bor-log di lokasi terdekat seperti data bor-log pembangunan Fakultas Hukum Universitas Islam Indonesia. Data bor-log ini berfungsi untuk menyesuaikan data-data parameter tanah yang ada di lapangan secara riil. Berikut adalah data bor-log di Fakultas Hukum Universitas Islam Indonesia.



Gambar 8. Data Bor-Log Fakultas Hukum UII

Setelah parameter pada Dinver disesuaikan *Add* pada menu *Runs* dan *Start* sampai

proses *Running* selesai. Jika sudah selesai maka lihat status apakah minimum misfitnya dibawah 1 atau tidak, jika minimum misfitnya dibawah 1 maka data yang telah di proses mendekati dengan kondisi tanah sesuai di lapangan dan jika minimum misfitnya diatas 1 maka data yang telah di proses jauh dari kondisi tanah yang ada di lapangan dan harus diulang dari tahap *Picking Kurva Dispersi*. Jika minimum misfit kurang dari 1 lihat dibagian *Views* lalu *Ground Profiles* dan lihat kurva V_s (m/s). Setelah itu baca kurva dengan mengarahkan kursor ke bagian kurva V_s (m/s) vs *Depth* (m) dan catat hasilnya menggunakan aplikasi *Excel*. Berikut adalah gambar kurva menggunakan aplikasi *Dinver*.



Gambar 9. Kurva V_s (m/s) vs *Depth* (m) di FIAI

Pengolahan data menggunakan excel

Excel merupakan aplikasi untuk mengolah data kurva V_s (m/s) vs *Depth* (m) yang telah didapatkan dari aplikasi *Dinver*. Setelah data didapatkan maka catat nilai V_s dan *Depth* kedalam *Excel*. Cara mendapatkan nilai V_{s30} yaitu dengan rumus:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{si}}} \quad (1)$$

Keterangan :

V_{s30} : Kecepatan gelombang geser rata-rata tanah di kedalaman 30 m

h_i : Kedalaman Tanah/Ketebalan Tanah (m)

V_{si} : Kecepatan rambat gelombang tanah di kedalaman i (m/s)

Berdasarkan rumus diatas, maka dapat dilakukan perhitungan nilai V_{s30} seperti berikut ini.

Lokasi FIAI

Lapisan 1 :

$$h_i = 0,28 \text{ m}$$

$$V_{si} = 128,7 \text{ m/s}$$

$$\frac{h}{V_s} = 0,002$$

Lapisan 2 :

$$h_i = 2,24 \text{ m}$$

$$V_{si} = 168,03 \text{ m/s}$$

$$\frac{h}{V_s} = 0,013$$

Lapisan 3 :

$$h_i = 11,91 \text{ m}$$

$$V_{si} = 305,7 \text{ m/s}$$

$$\frac{h}{V_s} = 0,039$$

Lapisan 4 :

$$h_i = 30 \text{ m}$$

$$V_{si} = 581,03 \text{ m/s}$$

$$\frac{h}{V_s} = 0,052$$

$$\text{Total } \frac{h}{V_s} = \frac{h}{V_s} \text{ Lapisan 1} + \frac{h}{V_s} \text{ Lapisan 2} + \frac{h}{V_s} \text{ Lapisan 3} + \frac{h}{V_s} \text{ Lapisan 4}$$

$$= 0,106$$

$$V_{s30} = \frac{30}{0,106}$$

$$= 282,755 \text{ m/s}$$

Berikut merupakan hasil pengujian V_{s30} di daerah UII dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Vs30

Lapisan	Thickness (m)	Vs (m/s)	h/Vs
FIAI	1	0,28	128,7
	2	2,24	168,03
	3	11,91	305,7
	4	30	581,03
	Total $\frac{h}{Vs}$		0,052
	Vs 30 (m/s)		0,106
FMIPA	1	1,01	149,66
	2	1,23	170,22
	3	18,2	437,53
	4	30	807,64
	Total $\frac{h}{Vs}$		0,037
	Vs 30 (m/s)		0,093
FPSB	1	0,45	102,92
	2	4,42	172,1
	3	15,63	571,8
	4	30	1194,41
	Total $\frac{h}{Vs}$		0,025
	Vs 30 (m/s)		0,083
FTI	1	1,01	106,58
	2	3,02	171,98
	3	27,92	452,8
	4	30	718,24
	Total $\frac{h}{Vs}$		0,042
	Vs 30 (m/s)		0,130
			229,945

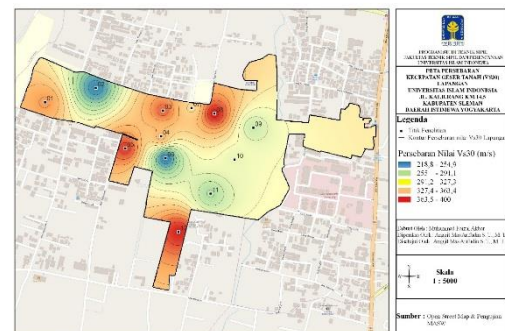
Lapisan	Thickness (m)	Vs (m/s)	h/Vs
FTSP	1	1,11	147,83
	2	1,48	229,01
	3	21,87	553,71
	4	30	894,65
	Total $\frac{h}{Vs}$		0,034
	Vs 30 (m/s)		0,087
GOR	1	0,78	89,3
	2	2,23	158,54
	3	12,62	404,74
	4	30	820,21
	Total $\frac{h}{Vs}$		0,037
	Vs 30 (m/s)		0,091
Lab BKT	1	1,12	135,44
	2	2,12	156,1
	3	22	512,5
	4	30	920,54
	Total $\frac{h}{Vs}$		0,033
	Vs 30 (m/s)		0,097
Lab FK	1	1,11	103,21
	2	1,48	111,61
	3	28,92	426,66
	4	30	662,16
	Total $\frac{h}{Vs}$		0,068
	Vs 30 (m/s)		0,137
			218,812

	Lapisan	Thickness (m)	Vs (m/s)	h/Vs
Lab Terpadu	1	0,37	127,77	0,003
	2	1,48	137,55	0,011
	3	17,43	473,39	0,037
	4	30	879,77	0,034
	Total $\frac{h}{V_s}$			0,085
	Vs 30 (m/s)			354,715
	Lapisan	Thickness (m)	Vs (m/s)	h/Vs
Lapangan UTG	1	0,37	143,41	0,003
	2	1,85	150,65	0,012
	3	28,93	450,22	0,064
	4	30	812,54	0,037
	Total $\frac{h}{V_s}$			0,116
	Vs 30 (m/s)			258,534
	Lapisan	Thickness (m)	Vs (m/s)	h/Vs
Masjid Ulil	1	0,37	141,47	0,003
	2	1,48	165,02	0,009
	3	28,55	499,12	0,057
	4	30	717,28	0,042
	Total $\frac{h}{V_s}$			0,111
	Vs 30 (m/s)			271,225
	Lapisan	Thickness (m)	Vs (m/s)	h/Vs
Rusun Putra	1	3,71	162,15	0,023
	2	10,75	528,01	0,020
	3	26,89	1085,75	0,025
	4	30	1975,52	0,015
	Total $\frac{h}{V_s}$			0,083
	Vs 30 (m/s)			360,613

Dari hasil pegujian nilai Vs30 diatas didapat nilai tertinggi di Universitas Islam Indonesia terletak pada lokasi FPSB sebesar 363,606 m/s, sedangkan nilai terendah terletak pada lokasi Lab FK sebesar 218,812 m/s.

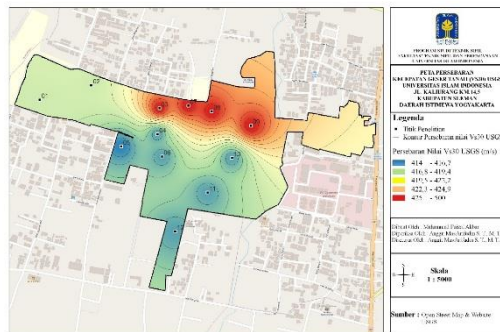
Peta mikrozonasi

Pembuatan peta mikrozonasi dilakukan menggunakan perangkat lunak QGIS untuk menggambarkan distribusi spasial karakteristik tanah berdasarkan nilai Vs30. Data Vs30 hasil analisis MASW dimasukkan ke dalam QGIS dalam format tabel koordinat dan dikonversi menjadi titik lokasi. Selanjutnya, interpolasi spasial dilakukan menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) untuk memperoleh peta sebaran Vs30 di area penelitian, yang digunakan sebagai dasar analisis mikrozonasi seismik. Berikut adalah peta mikrozonasi menggunakan data dari pengujian lapangan.



Gambar 10. Peta Vs30 Menggunakan Data Lapangan

Peta mikrozonasi juga disusun menggunakan data sekunder dari USGS. Data DEM dan model Vs30 USGS diimpor ke dalam QGIS untuk menampilkan kondisi topografi dan bahaya seismik regional. Selanjutnya, data USGS dioverlay dengan hasil survei MASW menggunakan analisis spasial sehingga diperoleh peta mikrozonasi terintegrasi yang merepresentasikan kondisi geoteknik lokal dan potensi bahaya gempa regional. Berikut adalah peta mikrozonasi menggunakan data dari USGS.



Gambar 11. Peta Vs30 Menggunakan Data USGS

Setelah semua data diolah, dilakukan klasifikasi mikrozonasi berdasarkan parameter kecepatan gelombang geser (Vs30) yang disesuaikan dengan standar NEHRP atau SNI 1726:2019. QGIS digunakan untuk memberikan warna yang berbeda pada setiap kelas tanah sehingga menghasilkan peta mikrozonasi yang mudah dibaca. Peta akhir dilengkapi dengan elemen kartografis dan digunakan sebagai dasar dalam perencanaan tata ruang, mitigasi risiko gempa, dan evaluasi desain bangunan di wilayah penelitian.

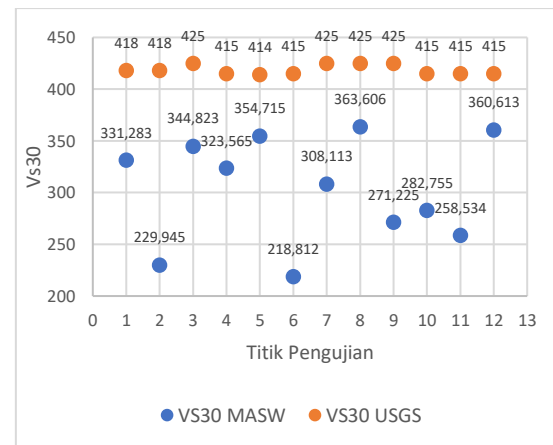
1. Perbandingan Nilai Vs30 Menggunakan Metode MASW dan USGS

Perbandingan nilai VS30 antara hasil pengukuran langsung metode MASW dan dari metode USGS merupakan langkah penting dalam menilai keakuratan representasi kondisi bawah permukaan suatu wilayah. Metode MASW memberikan data VS30 yang bersifat lokal dan terukur langsung di lapangan, sedangkan data VS30 dari USGS bersifat regional dan generalisasi spasial. Pada penelitian di kawasan UII, nilai VS30 hasil MASW umumnya lebih bervariasi dibandingkan dengan data USGS, sementara nilai VS30 dari USGS memberikan gambaran yang lebih homogen karena berasal dari model global dengan resolusi spasial yang lebih kasar. Perbedaan ini dapat mencapai puluhan hingga ratusan meter per detik tergantung pada kompleksitas geologi setempat. Dibawah ini

merupakan data yang didapat dari pengujian Vs30 menggunakan MASW dan USGS.

Lokasi	Data Vs30 MASW (m/s)	Data Vs30 USGS (m/s)
GOR	331,283	418
FTI	229,945	418
FTSP	344,823	425
FMIPA	323,565	415
Lab Terpadu	354,715	414
Lab FK	218,812	415
Lab BKT	308,113	425
FPSB	363,606	425
Masjid Ulil	271,225	425
FIAI	282,755	415
Lapangan	258,534	415
Bola		
Rusunawa	360,613	415
Putra		

Tabel 2. Perbandingan Vs30 Menggunakan MASW dan USGS



Gambar 5. Grafik Vs30 MASW vs Vs30 USGS

Dari Tabel 2 diatas didapat nilai Vs30 menggunakan metode MASW tertinggi yaitu 363,606 m/s yang berada pada gedung FPSB dan nilai Vs30 terendah yaitu 218,812 m/s yang berada pada gedung Laboratorium FK. Sedangkan dari Tabel 2 diatas didapat nilai Vs30 menggunakan metode USGS tertinggi yaitu 425 m/s yang berada pada gedung FTSP, Laboratorium BKT, FPSB, dan Masjid Ulil sementara itu, nilai Vs30 terendah yaitu 414 m/s yang berada pada gedung Laboratorium Terpadu. Dari tabel dan juga gambar grafik diatas dapat disimpulkan bahwa hasil dari pengujian Vs30 menggunakan metode MASW lebih beragam dari pengujian Vs30 menggunakan metode USGS dikarenakan metode USGS

berasal dari model global dengan resolusi spasial yang lebih kasar (sekitar 1 km² atau lebih).

Karakteristik tanah

Kawasan UII yang terletak di Jl. Kaliurang Km 14,5, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, memiliki karakteristik geoteknik yang dipengaruhi oleh kondisi geologi Gunung Merapi dan didominasi oleh endapan vulkanik muda. Hasil pengukuran kecepatan gelombang geser (Vs) menggunakan metode MASW menunjukkan bahwa nilai Vs30 di kawasan UII umumnya berada pada kisaran 250–500 m/s, yang sesuai dengan kelas tanah D berdasarkan klasifikasi NEHRP dan konsisten dengan data sekunder dari USGS. Tanah di kawasan UII memiliki daya dukung yang relatif baik untuk pembangunan struktur ringan hingga menengah, namun tetap berpotensi mengalami amplifikasi gelombang gempa dan kerentanan likuifaksi, sehingga kajian karakteristik tanah menjadi penting untuk perencanaan infrastruktur dan mitigasi bahaya gempa. Dibawah ini adalah tabel karakteristik tanah di 12 titik UII menggunakan metode MASW berdasarkan klasifikasi dari SNI-1726-2019.

Lokasi	Vs30 (m/detik)	Kelas Situs
GOR	331,283	SD (Tanah Sedang)
FTI	229,945	SD (Tanah Sedang)
FTSP	344,823	SD (Tanah Sedang)
FMIPA	323,565	SD (Tanah Sedang)
Lab Terpadu	354,715	SC (Tanah Keras, Sangat Padat dan Batuan Lunak)
Lab FK	218,812	SD (Tanah Sedang)
Lab BKT	308,113	SD (Tanah Sedang)
FPSB	363,606	SC (Tanah Keras, Sangat Padat dan Batuan Lunak)
Masjid Ulil	271,225	SD (Tanah Sedang)
FIAI	282,755	SD (Tanah Sedang)
Lapangan Bola	258,534	SD (Tanah Sedang)
Rusunawa Putra	360,613	SC (Tanah Keras, Sangat Padat dan Batuan Lunak)

Tabel 3. Karakteristik Tanah di UII

Dari hasil penelitian diatas ditemukan bahwa karakteristik tanah di UII di kategorikan kedalam kelas situs SC (Tanah Keras, Sangat Padat dan Batuan Lunak) pada lokasi Lab Terpadu, FPSB, dan Rusunawa Putra. Sedangkan kategori kelas

situs SD (Tanah Sedang) pada lokasi GOR, FTI, FTSP, FMIPA, Lab FK, Lab BKT, Masjid Ulil, FIAI, dan Lapangan Bola.

Potensi likuifaksi

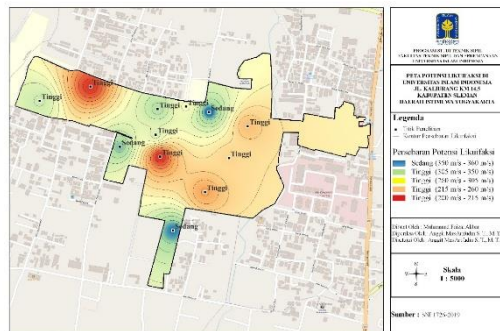
Potensi likuifaksi sangat erat kaitannya dengan klasifikasi tanah berdasarkan respon seismik yang ditentukan melalui parameter VS30. Tanah dengan nilai VS30 yang rendah umumnya lebih rentan terhadap likuifaksi, khususnya kelas tanah D dan E berdasarkan NEHRP atau kelas SD dan SE berdasarkan SNI 1726-2019. Berdasarkan hasil survei MASW di kawasan UII, nilai VS30 berada pada kisaran 218,812–363,616 m/s, sehingga menunjukkan potensi likuifaksi sedang hingga tinggi, terutama pada lapisan pasir vulkanik jenuh air, dan disarankan dilakukan analisis lanjutan untuk evaluasi risiko likuifaksi. Berikut ini adalah tabel potensi likuifaksi di UII.

Lokasi	Vs (m/detik)	Kelas Situs	Potensi Likuifaksi
GOR	331,283	SD (Tanah Sedang)	Tinggi
FTI	229,945	SD (Tanah Sedang)	Tinggi
FTSP	344,823	SD (Tanah Sedang)	Tinggi
FMIPA	323,565	SD (Tanah Sedang)	Tinggi
Lab Terpadu	354,715	SC (Tanah Keras, Sangat Padat dan Batuan Lunak)	Sedang
Lab FK	218,812	SD (Tanah Sedang)	Tinggi
Lab BKT	308,113	SD (Tanah Sedang)	Tinggi
FPSB	363,606	SC (Tanah Keras, Sangat Padat dan Batuan Lunak)	Sedang
Masjid Ulil	271,225	SD (Tanah Sedang)	Tinggi
FIAI	282,755	SD (Tanah Sedang)	Tinggi
Lapangan Bola	258,534	SD (Tanah Sedang)	Tinggi
Rusunawa Putra	360,613	SC (Tanah Keras, Sangat Padat dan Batuan Lunak)	Sedang

Tabel 4. Potensi Likuifaksi di UII

Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi likuifaksi di UII berstatus “Sedang” berlokasi pada Lab Terpadu, FPSB, dan Rusunawa Putra. Sedangkan potensi

likuifaksi berstatus “Tinggi” terletak pada lokasi GOR, FTI, FTSP, FMIPA, Lab FK, Lab BKT, Masjid Ulil, FIAI, dan Lapangan Bola. Potensi likuifaksi tertinggi terletak pada lokasi Lab FK, sedangkan potensi likuifaksi terendah terletak pada lokasi FPSB. Berikut merupakan peta potensi likuifaksi di UII.



Gambar 6. Peta Potensi Likuifaksi di UII

Dari Gambar 13 diatas diketahui hampir semua area di UII memiliki potensi likuifaksi “Tinggi” diawali dengan area yang berwarna merah (200-215 m/s) yaitu memiliki potensi likuifaksi tertinggi yang ada di UII, kemudian disusul area yang berwarna merah-jingga (215-260 m/s) yang berlokasi di Lab FK, FTI, dan Lapangan Bola, setelah itu area yang berwarna jingga-kuning (260-305 m/s) yang berlokasi di Masjid Ulil dan FIAI, dan terakhir yaitu area berwarna kuning-hijau (305-350 m/s) berada pada lokasi GOR, FTSP, FMIPA, dan Lab BKT. Sedangkan area yang memiliki potensi likuifaksi yang “Sedang” hanya area yang berwarna biru (350-360 m/s) yang berlokasi pada Lab Terpadu, FPSB, dan Rusunawa Putra.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai estimasi kecepatan gelombang geser dan karakterisasi tanah di Universitas Islam Indonesia menggunakan metode Multichannel Analysis of Surface Wave di lapangan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Nilai Vs30 di UII berkisar antara 218,812–363,606 m/s, dengan nilai tertinggi di FPSB dan terendah di Lab FK. Berdasarkan SNI 1726:2019, kelas situs di UII didominasi oleh SD (tanah sedang), sedangkan kelas SC (tanah keras) terdapat pada Lab Terpadu, FPSB, dan Rusunawa Putra.
2. Perbandingan Vs30 menunjukkan bahwa nilai MASW lebih bervariasi dibandingkan USGS, yang memiliki rentang sempit (414–425 m/s). Perbedaan ini disebabkan oleh data USGS yang bersifat model global dengan resolusi spasial kasar, sedangkan MASW merepresentasikan kondisi tanah lokal.
3. Analisis potensi likuifaksi menunjukkan bahwa sebagian besar lokasi di UII memiliki potensi likuifaksi “Tinggi”, dengan nilai tertinggi di Lab FK. Potensi likuifaksi “Sedang” terdapat pada Lab Terpadu, FPSB, dan Rusunawa Putra, sedangkan potensi terendah berada di FPSB.

Daftar Pustaka

- Foti, S., Lai, C. G., Rix, G. J., & Strobbia, C. (2015). *Surface Wave Methods for Near-Surface Site Characterization*. Boca Raton: CRC Press.
- Park, C. B., Miller, R. D., & Xia, J. (1999). Multichannel analysis of surface waves. *Geophysics*, 64(3), 800–808.
- Pradipta, R., Nugroho, A., & Hidayat, R. (2023). Karakterisasi tanah berbasis kecepatan gelombang geser untuk mitigasi gempa di wilayah Yogyakarta. *Jurnal Teknik Sipil*, 30(2), 145–156.
- Putra, D. A., Suryanto, W., & Widiyantoro, S. (2020). Analisis bahaya gempa bumi di Indonesia berdasarkan kondisi tektonik regional. *Jurnal Geofisika Indonesia*, 18(1), 1–12.
- Syahbana, A. J., Irsyam, M., & Widiyantoro, S. (2022). Karakteristik sumber gempa Sesar Opak dan implikasinya terhadap bahaya gempa di Yogyakarta. *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 29(3), 257–268.
- United States Geological Survey (USGS). (2023). *Global Vs30 Model and Seismic Hazard Data*. Diakses dari
- Wathelet, M., Jongmans, D., & Ohrnberger, M. (2004). Surface-wave inversion using a direct search algorithm and its application to ambient vibration measurements. *Near Surface Geophysics*, 2(4), 211–221.

- Wathelet, M. (2008). *An improved neighborhood algorithm: Parameter conditions and dynamic scaling*. *Geophysical Research Letters*, **35**, L09301.
- Wang, J., Liu, H., & Zhang, X. (2021). Application of MASW for near-surface shear wave velocity profiling in seismic hazard assessment. *Engineering Geology*, 291, 106222.
- Wijaya, A. P., & Anindita, N. (2021). Aplikasi metode MASW untuk karakterisasi tanah di daerah rawan gempa. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 15(1), 33–42.