



KLASIFIKASI KELAS SITUS TANAH DENGAN NILAI V_s30 DI KECAMATAN MUARA BANGKAHULU KOTA BENGKULU MENGGUNAKAN METODE MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVE (MASW)

Mesi Prasisila^{1*}, Refrizon², Arif Ismul Hadi³

^{1,2,3}Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu

*Alamat Korespondensi: mesipra05@gmail.com

ABSTRAK

Kota Bengkulu merupakan daerah yang rawan terjadi gempa bumi. Dampak yang dirasakan berbeda-beda tergantung dengan kondisi batuan yang ada di bawah permukaan. Kecamatan Muara Bangkahulu memiliki empat formasi batuan yaitu undak aluvium, aluvium, endapan rawa, dan formasi bintunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai V_s30 dan klasifikasi kelas situs tanah di Kecamatan Muara Bangkahulu Kota Bengkulu. Metode yang digunakan yaitu metode *Multichannel Analysis of Surface Wave* (MASW) secara satu dimensi. Hasil penelitian yang didapatkan berupa nilai V_s30 pada ke empat formasi batuan berturut-turut yaitu 150 m/s, 361 m/s, 331 m/s dan 258 m/s. Klasifikasi kelas situs tanah sesuai dengan nilai V_s30 berdasarkan SNI tahun 1726 – 2019 menunjukkan bahwa Kecamatan Muara Bangkahulu terbagi menjadi tiga kelas situs tanah yaitu kelas situs C, kelas situs D dan kelas situs E, yang memiliki struktur tanah lunak hingga keras. Daerah dengan formasi batuan berstruktur tanah lunak paling rawan terjadi gempa bumi.

© 2021 Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI Bandung

Kata kunci: Kelas situs tanah, MASW, Muara Bangkahulu, dan V_s30 .

PENDAHULUAN

Kota Bengkulu merupakan daerah yang rawan terjadi gempa bumi. Gempa bumi merupakan gelombang seismik yang dihasilkan dari peristiwa pelepasan energi secara tiba-tiba dari dalam bumi (Nur, 2010). Kerusakan pada daerah yang terkena gempa biasanya bergantung pada jarak daerah yang terdampak gempa ke pusat bumi, kondisi geologi dan kondisi tanah daerahnya (Prabowo dkk., 2016). Bahaya dan risiko yang diakibatkan oleh gempa ini bisa dikurangi dan dimitigasi sesuai dengan kondisi daerah terjadinya gempa. Terjadinya korban jiwa umumnya disebabkan oleh bangunan yang runtuh karena pondasi dan struktur pembentukan bangunannya tidak kokoh. Agar pondasi bangunan bisa kokoh diperlukan studi mengenai kondisi geologi bawah permukaan baik jenis batuan maupun kedalaman batuan dasarnya. Menurut Nakamura (2008) untuk menganalisis kondisi geologi seperti batuan yang ada di bawah permukaan untuk menentukan tingkat kerawanan akibat

gempa bumi dapat digunakan parameter yang sangat signifikan yaitu kecepatan gelombang geser (V_s). Nilai kecepatan rata-rata gelombang geser dari permukaan hingga kedalaman 30 m (V_s30) oleh McPherson dan Hall, (2013) juga dapat digunakan sebagai parameter untuk menganalisis kondisi geologi terhadap tingkat kerawanan akibat gempa bumi. Menurut Park dkk., (1999) V_s30 merupakan indikator yang baik untuk menggambarkan karakteristik kekakuan dan kekuatan tanah yang disebabkan oleh sifat batuan dibawahnya yang sangat diperlukan untuk menganalisis sifat dinamis pada batuan. Nilai V_s30 dapat digunakan untuk menentukan standar bangunan yang tahan gempa dan memperkirakan suatu daerah yang rentan terhadap gempa bumi. Selain itu, dengan nilai V_s30 ini dapat menentukan klasifikasi situs tanah berdasarkan kekuatan getaran gempa bumi akibat efek lokal (Roser dan Gosar, 2010).

Nilai V_s30 merupakan kecepatan gelombang geser rata-rata hingga kedalaman 30 m yang digunakan untuk

memprediksi kelas situs tanah berdasarkan tahun 1726 – 2019 dapat dilihat pada Tabel SNI tahun 1726 – 2019 (BSN, 2019). 1. Klasifikasi kelas situs berdasarkan SNI

Tabel 1. Klasifikasi Kelas Situs Tanah berdasarkan SNI tahun 1726 – 2019 (BSN, 2019)

Kelas Situs	Deskripsi umum	Vs30 (m/s)
SA	Batuan keras	$Vs30 > 1500$
SB	Batuan sedang	$750 \leq Vs30 \leq 1500$
SC	Tanah keras, sangat padat dan batuan lunak	$350 \leq Vs30 \leq 750$
SD	Tanah sedang	$175 \leq Vs30 \leq 350$
SE	Tanah lunak	$Vs30 < 175$

Berdasarkan SNI tahun 1726 – 2019 tentang klasifikasi kelas situs tanah pada Tabel 1 menjelaskan bahwa terdapat 5 kelas situs yaitu kelas situs A hingga E dengan struktur batuan keras hingga tanah lunak. Kelas situs tanah ini berdasarkan parameter nilai Vs30. Kelas situs ini berguna untuk mengetahui daerah yang rawan terjadi kerusakan akibat gempa maupun daerah yang aman gempa.

Kecamatan Muara Bangkahulu mempunyai empat formasi batuan yaitu undak aluvium, endapan rawa, aluvium dan formasi bintunan. Tingkat kerawanan gempa di Kecamatan Muara Bangkahulu perlu untuk diketahui untuk kepentingan pembangunan rumah dan fasilitas lainnya sebagai minimalisir terhadap efek kerusakan ketika terjadi gempa. Kondisi tanah dan struktur tanah dibawah permukaan pada formasi batuan tersebut mempengaruhi tingkat kerawanan akibat gempa. Sehingga dibutuhkan sebuah parameter fisis yang dapat dijadikan sebagai penentuan kelas situs tanah di bawah permukaan. Parameter fisis ini salah satunya nilai Vs30. Oleh karena itu, perlu diketahui bagaimana nilai Vs30 di Kecamatan Muara Bangkahulu masing-masing formasi batuanya dan bagaimana klasifikasi kelas situs tanah nya.

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menentukan kelas situs tanah di Kecamatan Muara Bangkahulu

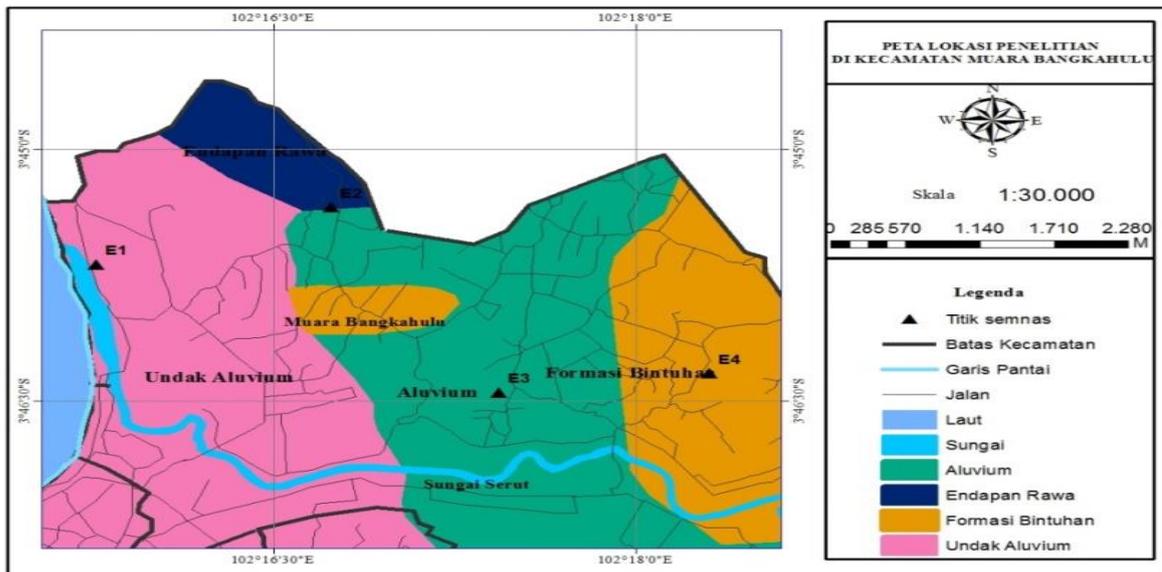
berdasarkan sebaran nilai Vs30. Nilai Vs30 dihasilkan dari pengolahan data menggunakan metode MASW.

METODE

Daerah penelitian adalah Kecamatan Muara Bangkahulu Kota Bengkulu. Sebanyak 4 titik yang akan digunakan pada penelitian yang mewakili masing-masing formasi batuan. Peta lokasi titik penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 (dimodifikasi dari Gafoer dkk., 2007 dalam Hadi dkk., 2021). Panjang lintasan setiap titik yang digunakan sama sebesar 50 m.

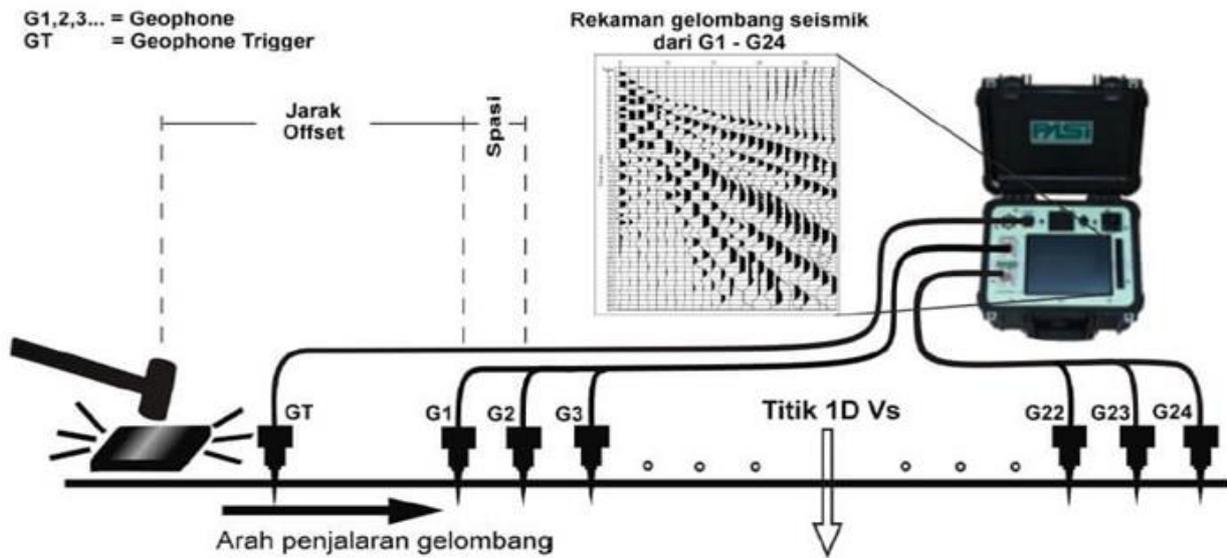
Data diambil di lapangan menggunakan metode MASW. Kemudian data diolah menggunakan *software* winMASW 5.0 *Professional* secara 1D agar diperoleh data nilai Vs30. Pengambilan data ini dilakukan menggunakan peralatan seismik metode MASW menggunakan *seismograph* digital PASI 16S24-P di daerah yang telah ditentukan berdasarkan hasil survei lapangan dengan melakukan pengulangan sebanyak 3 hingga 5 kali. Pemasangan alat di lapangan seperti yang ditampilkan pada Gambar 1.

Peta penelitian pada Gambar 1 yang berlokasi di Kecamatan Muara bangkahulu menunjukkan bahwa terdapat empat formasi batuan yaitu undak aluvium, aluvium, endapan rawa dan formasi bintunan. Satu titik penelitian dipilih pada masing-masing formasi batuan.



Gambar 1. Peta penelitian (dimodifikasi dari Gafoer dkk., 2007 dalam Hadi dkk., 2021)

Metode MASW pada Gambar 2 merupakan metode geofisika yang memiliki resolusi tinggi untuk survei dekat permukaan. Metode ini menggunakan sifat dispersi gelombang permukaan untuk mengetahui struktur bawah permukaan (Rusydy dkk., 2016).



Gambar 2. Gambaran umum survei metode MASW (Rusydy dkk., 2016)

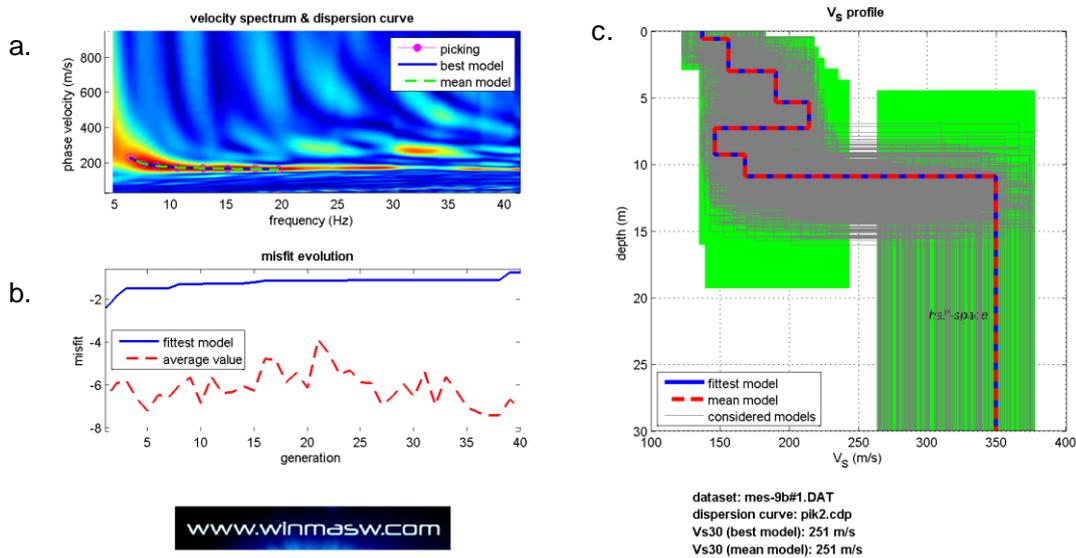
Pengolahan data gelombang rayleigh menggunakan software winMASW 5.0 Professional secara 1D. Data pertama kali diseleksi dan difilter. Selanjutnya data didispersi dengan melakukan Fast Fourier Transform (FFT) untuk mengubah data fungsi waktu menjadi fungsi frekuensi. Hasil dispersi juga diperoleh kecepatan fase. Kemudian dibentuk kurva dispersi yaitu kurva hubungan kecepatan fase terhadap

frekuensi. Pada kurva dispersi dilakukan picking pada daerah fundamental mode. Setelah selesai picking maka tahap berikutnya dilakukan inversi sampai terbentuk profil 1D Vs per kedalaman dan nilai Vs30. Kemudian dilakukan analisis data menggunakan nilai Vs30 untuk menetapkan kelas situs tanah ke empat titik penelitian berdasarkan klasifikasi kelas situs tanah SNI tahun 1726 – 2019.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan merupakan data hasil pengukuran lapangan yang dilakukan menggunakan satu set alat *Seismograph Digital PASI 16S24 P* dengan metode MASW secara 1D. Data yang didapatkan yaitu data rekaman gelombang rayleigh fungsi waktu. Data rekaman gelombang ini difilter untuk memilih gelombang Rayleigh

yang memiliki amplitudo besar saja. Nilai Vs30 dihasilkan setelah melakukan inversi pada kurva dispersi yang sudah *dipicking*. Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa hasil pengolahan data selain nilai Vs30 juga terdapat kurva dispersi setelah *dipicking*, kurva *misfit evolution*, dan profil 1D kecepatan gelombang geser (V_s) terhadap kedalaman.



Gambar 3. Hasil pengolahan data berupa kurva dispersi (a), kurva *misfit evolution* (b), dan profil kecepatan gelombang geser (V_s) terhadap kedalaman beserta nilai Vs30 (c)

Kurva dispersi yang sudah di *picking* pada Gambar 3a menjelaskan bahwa data di *picking* pada mode dasar saja yang memiliki amplitudo besar. Amplitudo besar ini ditandai dengan warna merah pada gambar tersebut.

Bagian bawah kurva dispersi yaitu kurva *misfit evolution* pada Gambar 3b menunjukkan bahwa nilai *error* yang diperoleh kecil yang ditandai dengan nilai *misfitnya* diatas -10. Data yang memiliki nilai *misfit* kecil merupakan data yang bagus untuk digunakan atau dapat diterima.

Nilai Vs30 pada Gambar 3c untuk *best model* dan *mean model* itu sama sebesar 251 m/s. Kesamaan nilai ini juga dipengaruhi oleh nilai standar deviasi yang diperoleh. Nilai standar deviasi pada data ini dibawah 3%. Nilai Vs30 yang digunakan

yaitu nilai Vs30 yang *mean model* yang berasal dari data yang sudah di *picking*, sehingga kesamaan nilai pada *best model* dan *mean model* sangat dibutuhkan. Tujuh lapisan digunakan pada profil Vs terhadap kedalamannya dikarenakan untuk mengetahui lebih detail struktur bawah permukaan hingga kedalaman 30 m. Dari profil Vs terhadap kedalaman ini dapat dilihat bahwa nilai Vs untuk lapisan 1 hingga 6 itu sampai pada kedalaman 12 m, sementara itu untuk kedalaman 12 m lebih hingga 30 m itu pada lapisan 7. Nilai vs pada lapisan 1 hingga 4 semakin besar dan mengecil pada saat memasuki lapisan ke 5. Namun setelah itu untuk lapisan 6 dan 7 membesar lagi. Nilai Vs ketujuh lapisan tergolong rendah berkisar antara 150 m/s hingga 350 m/s saja. Berhimpitnya garis *fittes model* dan *mean model* pada profil Vs terhadap kedalaman ini menunjukkan

bahwa nilai standar deviasinya sama dengan nol.

Tabel 2. Nilai Vs30 dari Pengukuran Menggunakan Metode MASW

Titik MASW	X	Y	Vs30 (m/s)
1	102.263°	-3.761°	150
2	102.279°	-3.756°	331
3	102.291°	-3.774°	361
4	102.305°	-3.772°	251

Nilai Vs30 di Kecamatan Muara Bangkahulu pada keempat formasi batuan yang diperoleh berdasarkan Tabel 2 berturut-turut yaitu 150 m/s, 331 m/s, 361 m/s dan 251 m/s. Formasi batuan undak aluvium mempunyai nilai Vs30 paling kecil sebesar 150 m/s, sedangkan nilai Vs30 paling besar berada pada daerah aluvium. Kondisi di lapangan juga mempengaruhi besarnya nilai Vs30 yang dihasilkan.

Klasifikasi kelas situs tanah pada keempat titik penelitian berdasarkan klasifikasi kelas situs SNI tahun 1726 – 2019 (BSN, 2019). Titik 1 MASW dengan nilai Vs30 sebesar 150 m/s termasuk dalam kelas situs E yang berstruktur tanah lunak. Titik 1 pada formasi batuan undak aluvium ini berlokasi di daerah pesisir pantai.

Titik 2 MASW pada formasi batuan endapan rawa mempunyai nilai Vs30 sebesar 331 m/s. Klasifikasi kelas situs tanahnya termasuk kelas situs D yang berstruktur tanah sedang. Titik 2 berlokasi di belakang Fakultas Kedokteran Universitas Bengkulu.

Titik 3 MASW pada formasi batuan aluvium mempunyai nilai Vs30 sebesar 361 m/s. Klasifikasi kelas situs tanahnya termasuk kelas situs C berstruktur tanah keras. Titik 3 berlokasi di lapangan dekat Perumahan Bentiring Permai.

Titik 4 MASW pada formasi bintunan mempunyai nilai Vs30 sebesar 251 m/s. Kelas situs tanahnya termasuk kelas situs D dengan struktur tanah sedang. Titik 4 berlokasi di dekat jalan arah Tugu Hiu.

Klasifikasi kelas situs tanah sesuai dengan nilai Vs30 berdasarkan SNI tahun

1726–2019 menunjukkan bahwa di Kecamatan Muara Bangkahulu terbagi menjadi tiga kelas situs tanah yaitu kelas situs C, kelas situs D dan kelas situs E. Kelas situs E terdapat pada formasi undak aluvium sesuai dengan nilai Vs30 yang diperoleh paling kecil. Kelas situs D terdapat pada dua formasi batuan yaitu endapan rawa dan formasi bintunan. Sementara itu, untuk kelas situs C hanya ada pada formasi aluvium.

PENUTUP

Kecamatan Muara Bangkahulu memiliki nilai Vs30 yang tergolong rendah pada empat formasi batuan yaitu berkisar antara 150 m/s – 361 m/s. Wilayah yang rawan gempa terletak pada formasi undak aluvium, formasi bintunan dan endapan rawa. Sementara itu, wilayah yang aman gempa berlokasi di formasi aluvium.

Saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan metode seismik yang lain di tempat yang sama sebagai validasinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2019). *Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan NonGedung (Indonesia Seismic Building Code)*. Jakarta: Indonesia
- Gafoer, S., Amin, T.C. dan Pardede, R., (2007). *Geologi of the Bengkulu Quadrangle*. Sumatera

- Geological Research and Development. Indonesia, Hadi, A.I., Refrizon., Halauddin., Lidiawati, L. dan Edo, P., (2021). "Interpretasi Tingkat Kekerasan Batuan Bawah Permukaan di Daerah Rawan Gempa Bumi Kota Bengkulu. *Indonesian Journal of Applied Physics*. 11(1), pp. 11–24.
- McPherson, A. dan Hall, L., (2013). "Site Classification for Earthquake Hazard and Risk Assessment in Australia. *Bulletin of the Seismological Society of America*. 103(2A), pp. 1085–1102.
- Nakamura, Y., (2008). "On the H/V Spectrum. *Journal The 14 th World Conference on Earthquake Engineering*. 5(5).
- Nur, A. M., (2010). "Gempa Bumi, Tsunami dan Mitigasinya. *Jurnal Geografi*. 7(1), pp. 66–73.
- Park, C. B., Miller, R. D. dan Xia, J., (1999). "Multichannel Analysis of Surface Waves. *Journal Geophysics*. 64(3), pp. 800–808.
- Prabowo, U. N., Marjiyono. dan Sismanto., (2016). "Amplifikasi dan Atenuasi Gelombang Seismik di Lapisan Sedimen Permukaan. *Jurnal SCIENTETECH*. 2(1), pp. 112–116.
- Roser, J. dan Gosar, A., (2010). "Determination of Vs30 for Seismic Ground Classification in the Ljubljana Area, Slovenia. *Acta Geotechnica Slovenica*. 7(1), pp. 61–76.
- Rusydy, I., Jamaluddin, K., Fatimah, E., Syafrizal, S. dan Andika, F., (2016). "Studi Awal: Analisa Kecepatan Gelombang Geser (Vs) pada Cekungan Takengon dalam Upaya Mitigasi Gempa Bumi. *Jurnal Teknik Sipil*. 6(1), pp. 1–12.