



PENENTUAN NILAI V_s PER KEDALAMAN DI PESISIR PANTAI PANJANG KOTA BENGKULU MENGGUNAKAN METODE *MULTICHANNEL ANALISYS OF SURFACE WAVE (MASW)*

Deka Putri^{1*}, Refrizon², Arif Ismul Hadi³

^{1,2,3}Program Studi Fisika, Universitas Bengkulu

*Alamat Korespondensi: pdekha9@gmail.com

ABSTRAK

Pantai Panjang adalah salah satu pantai yang ada di Kota Bengkulu. Pesisir Pantai Panjang merupakan daerah padat penduduk serta tempat wisata yang banyak terdapat aktivitas masyarakat, baik dalam perekonomian maupun pembangunan. Jika terjadi gempa bumi yang besar dan abrasi akan sangat membahayakan masyarakat maupun mengancam kemanfaatan lahan di pesisir Pantai Panjang maupun di Kota Bengkulu. Oleh karena itu, suatu usaha mitigasi sangat diperlukan. Penelitian ini bertujuan mengetahui nilai V_s per kedalaman di daerah pesisir Pantai Panjang Kota Bengkulu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Multichannel Analisis of Surface Wave (MASW)* 1D dengan akuisisi data dilakukan pada enam titik pengukuran. Hasil nilai V_s per kedalaman pada masing-masing titik kemudian diinterpretasikan ke dalam V_s per kedalaman secara 2D yang diolah dengan menggunakan surfer. Hasil penelitian menunjukkan nilai V_s per kedalaman berkisar antara 99 m/s – 951 m/s pada kedalaman 0 sampai dengan 30 m. Berdasarkan lingkup penelitian ini dan mengacu pada SNI 1726:2012 daerah pesisir pantai panjang termasuk kategori tanah lunak dengan nilai V_s berkisar antara 99 m/s - 172 m/s, tanah sedang V_s berkisar antara 186 m/s – 310 m/s, tanah keras V_s berkisar antara 390 m/s – 641 m/s dan batuan dengan nilai V_s 951 m/s.

© 2021 Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI

Kata kunci : Bengkulu, Kecepatan gelombang geser (V_s), MASW, Pantai Panjang

PENDAHULUAN

Kota Bengkulu secara geografis terletak pada pertemuan dua lempeng tektonik yaitu Indo-Australia dan Eurasia. Interaksi kedua lempeng ini menyebabkan terbentuknya patahan pada permukaan dan zona subduksi yang mengakibatkan rawan terjadi pelepasan energi secara tiba-tiba dalam bentuk rambatan gelombang atau gempabumi. Kota Bengkulu juga dipengaruhi oleh sesar Sumatera yang aktif di sepanjang Bukit Barisan dan sesar Mentawai yang menyebabkan Bengkulu sebagai daerah sangat rawan terhadap bencana gempabumi (Natawidjaja, 2007).

Pantai Panjang adalah salah satu pantai yang ada di Kota Bengkulu. Pesisir Pantai Panjang merupakan daerah padat penduduk serta tempat wisata yang banyak terdapat aktivitas

masyarakat, baik dalam perekonomian maupun pembangunan. Jika terjadi gempa bumi yang besar dan abrasi akan sangat membahayakan masyarakat maupun mengancam kemanfaatan lahan di pesisir Pantai panjang maupun di Kota Bengkulu, maka dari itu suatu usaha mitigasi sangat diperlukan.

Dampak bencana gempa bumi dan faktor terjadinya abrasi dipengaruhi oleh kondisi geologi. Menurut Prabowo *et al.*, (2016) faktor yang mempengaruhi kerusakan akibat gempabumi tidak hanya bergantung pada jarak daerah ke pusat gempa, magnitudo gempa, dan kualitas bangunan, tetapi juga bergantung pada kondisi geologi atau kondisi bawah permukaan daerah tersebut. Berdasarkan hasil penelitian Purba (2019) di daerah rawan abrasi Bengkulu Utara, struktur tanah lunak jika dikenai air laut lebih cepat mengalami

abrasi dibandingkan tanah sedang ataupun keras. Kecepatan gelombang geser (V_s) merupakan indikator yang dapat digunakan untuk melihat keadaan bawah permukaan dan tingkat kekerasan batuan. Semakin besar nilai V_s maka semakin tinggi tingkat kekakuan batuan (padat) dan begitu juga sebaliknya, semakin kecil nilai V_s maka semakin

rendah (lunak) tingkat kekakuan batuanya (Milsom dan Eriksen, 2011).

Selain dapat digunakan untuk menentukan tingkat kekakuan batuan, nilai V_s juga dapat digunakan untuk menentukan jenis material bawah permukaan. Berikut tabel kecepatan gelombang geser pada berbagai jenis material.

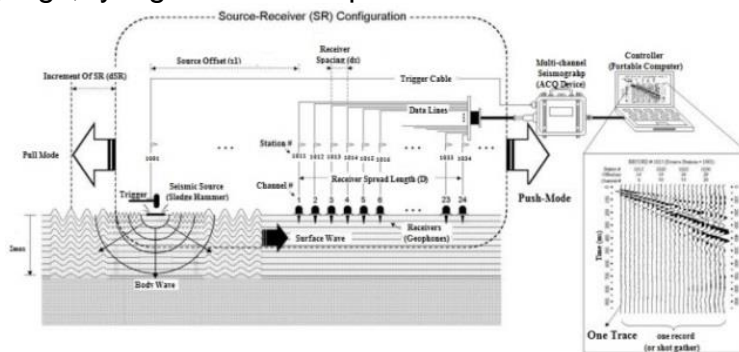
Tabel 1. Tipe kecepatan gelombang untuk berbagai jenis material.

Material	V_s (m/s)
Lumpur Lembut	<200
Pasir kering	300-600
Lempung	500-800
Pasir basah	700-900
Tanah (<i>Tills</i>)	1000-1200
Batuan pasir	1600-2600
Serpit	2200-2400
Batuan kapur	2500-3100
Granit	3200-3800
Basalt	3400-4000

Sumber: (Milsom dan Eriksen, 2011)

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai V_s per kedalaman di pesisir Pantai Panjang Kota Bengkulu menggunakan metode MASW. Metode MASW dipilih karena merupakan salah satu metode seismik dengan ketepatan dan resolusi yang tinggi pada struktur dekat permukaan untuk pemodelan struktur geologi bawah permukaan bumi (Park *et al.*, 2002). Metode ini memanfaatkan prinsip dispersi gelombang Rayleigh, yang mana setiap

lapisan memiliki kecepatan gelombang geser (V_s) yang berbeda-beda. Menurut (Park *et al.*, 2007), Perekaman yang biasa digunakan sejumlah 12 atau 24 dengan jarak antar perekam (*geophone*) sama dan dapat dilakukan dengan prosedur seperti pada Gambar 1. Menurut beliau, MASW dilakukan dengan 3 tahap yaitu (1) akuisisi; (2) ekstraksi kurva dispersi; (3) inversi kurva dispersi.



Gambar 1. Tahapan dalam metode MASW (www.masw.com)

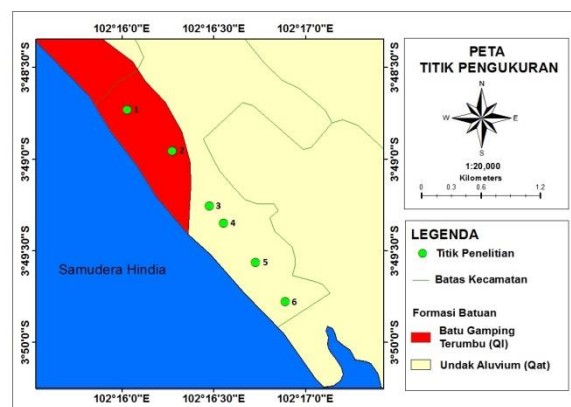
Beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengetahui nilai kecepatan gelombang geser di antaranya mikrotremor, *borehole* dan *Multichannel Analys of Surface Wave*. Penelitian struktur bawah permukaan pernah dilakukan di Kota Bengkulu termasuklah daerah Pantai Panjang yaitu oleh Handayani (2018) dengan menginversi data sekunder mikrotremor menggunakan analisis metode HVSR untuk mendapatkan model struktur bawah permukaan sekota Bengkulu dan sebaran nilai Vs per kedalaman. Mengacu pada penelitian terdahulu maka metode MASW belum pernah digunakan di daerah Pantai Panjang Kota Bengkulu untuk tujuan yang sama. Selain itu metode MASW memiliki kelebihan yaitu biaya operasional yang lebih murah dan proses pengambilan data yang lebih cepat dibandingkan dengan metode *borhole* dan *mikrotremor*. Selain itu metode mikrotremor merekam gelombang alami bumi yang mana rentan terpengaruh noise (Saenger *et al.*, 2009). Sedangkan Metode MASW merekam getaran gelombang permukaan yaitu gelombang rayleigh. Gelombang

rayleigh memiliki energi hampir 70% dari energi yang dihasilkan oleh sumber getaran pada saat pengambilan data (Richart *et al.*, 1970). Serta kecepatan fase gelombang rayleigh adalah 92 % dari kecepatan gelombang geser (Vs) (Lowrie, 2007).

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian di daerah pesisir Pantai Panjang kota Bengkulu menggunakan metode MASW untuk melihat tingkat kekerasan batuan berdasarkan profil Vs per kedalaman.

METODE

Penelitian ini dilakukan di pesisir Pantai Panjang Kota Bengkulu. Titik pengukuran ditempatkan di enam stasiun penelitian sejajar garis Pantai Panjang Kota Bengkulu seperti pada Gambar 2. Pengambilan data dilaksanakan pada bulan September 2021. Mengingat daerah pantai panjang merupakan tempat wisata dan banyak aktivitas kendaraan maka akuisisi data dilakukan pada malam hari untuk menghindari *noise* dan mendapatkan hasil yang lebih baik.



Gambar 2. Peta daerah penelitian

Data penelitian didapatkan dari pengukuran secara langsung menggunakan *seismograph* merek PASI 16S-24P 24 *channel* metode MASW 1D. Konfigurasi pengambilan data di lapangan bisa dilihat pada Gambar 3.

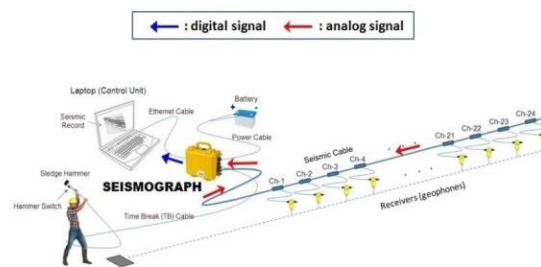
Seismograph dihubungkan dengan *geophone* frekuensi rendah yaitu 4,5 Hz. *Geophone* merekam getaran tanah yang dihasilkan oleh sumber. Sumber getaran merupakan palu godam yang dihantamkan ke plat besi sebagai

landasan. Jarak antara sumber dengan *geophone* pertama adalah 5 meter, spasi antara *geophone* adalah 2 meter, *recording time* 1024 mili sekon dan *sampling time* 0,125 mili sekon.

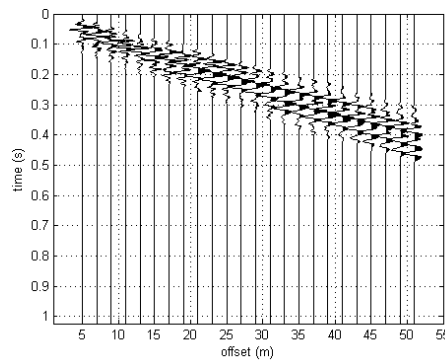
Pengambilan data di lapangan menghasilkan rekaman berupa sinyal dalam domain waktu seperti pada Gambar 4. Data berupa sinyal dalam domain waktu kemudian diolah menggunakan *software WinMASW 5.0 Professional*.

Pada tahapan selanjutnya dilakukan analisis dispersi gelombang permukaan, yang diawali dengan melakukan *picking* pada kawasan mode

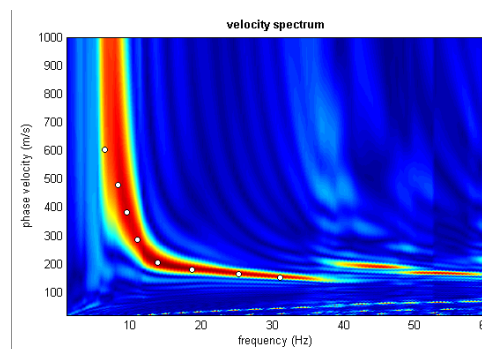
fundamental seperti pada Gambar 5. Kemudian dilakukan proses inversi kurva dispersi untuk mendapatkan nilai Vs per kedalaman secara satu dimensi (Gambar 6) yang berisi informasi berupa nilai Vs, densitas dan ketebalan lapisan. Interpretasi hasil penelitian dilakukan dengan mengolah profil Vs pada setiap lapisan ke dalam bentuk 2D menggunakan surfer. Nilai Vs dianalisis berdasarkan pada SNI 1726:2012 untuk mengetahui tingkat kekerasan batuanannya dan jenis material berdasarkan tabel kecepatan gelombang S dari Milsom dan Eriksen (2011).



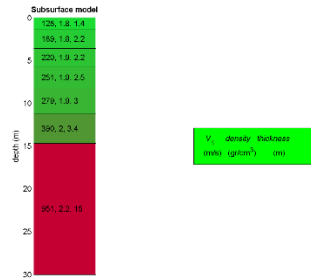
Gambar 3. Konfigurasi pengambilan data di lapangan.



Gambar 4. Sinyal dalam domain waktu.



Gambar 5. Kurva dispersi

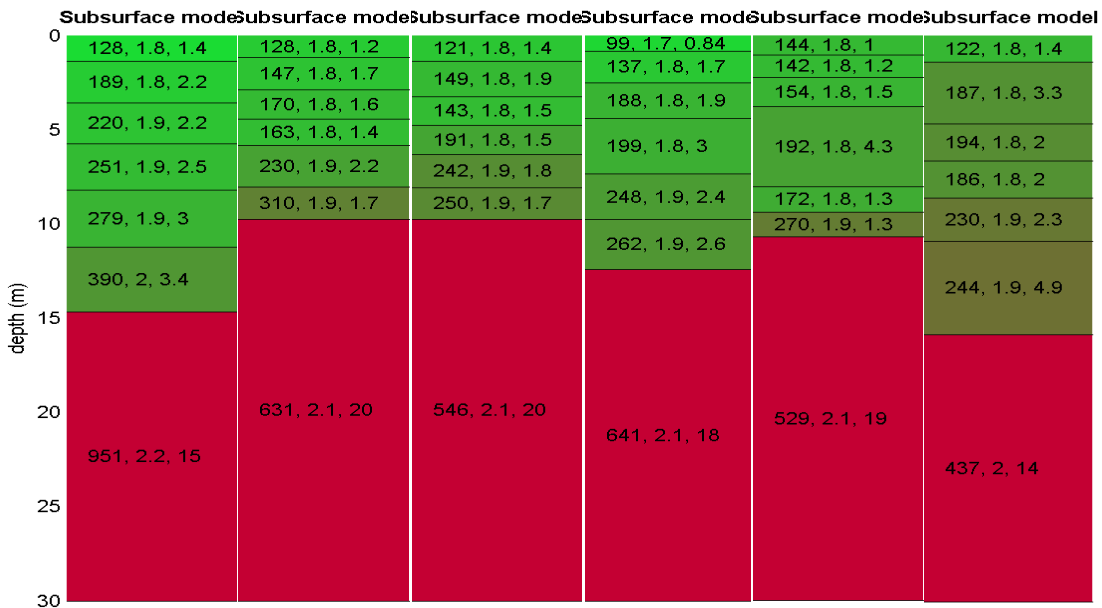


Gambar 6. Profil nilai Vs 1D pada setiap lapisan

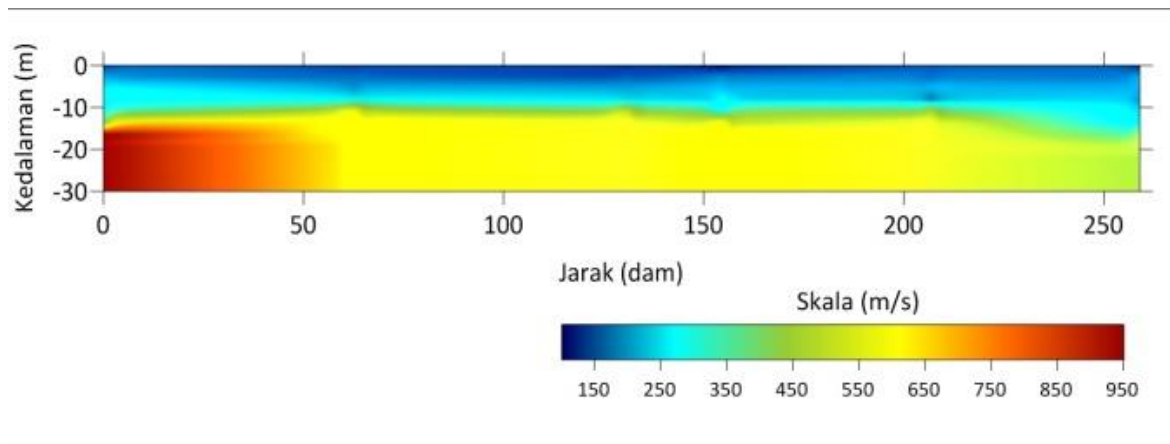
HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Vs yang didapatkan dari pengolahan dengan *software WinMASW* diklasifikasikan berdasarkan tabel SNI 1726:2012 dan Tabel 1 yang digunakan untuk mengetahui tingkat kekerasan batuan serta jenis material bawah permukaan. Berdasarkan hasil penelitian pada 6 titik pengukuran di daerah Pesisir Pantai Panjang, nilai Vs pada kedalaman 0 sampai dengan 30 m berkisar antara 99 m/s – 951 m/s. Kelas situs tanah terbagi menjadi 4 kategori yaitu, tanah lunak, tanah sedang, tanah keras dan batuan. Adapun jenis material terbagi menjadi 4 yaitu lumpur lembut, pasir kering, lempung dan pasir basah.

Model struktur bawah permukaan 2D dapat diketahui dengan menginterpolasikan nilai kecepatan gelombang geser 1D seluruh titik pengukuran Gambar 7(a) yang didapatkan dari pengolahan data *software WinMASW* menggunakan *software Surfer*. Ada tiga informasi yang terdapat di model 1D pada Gambar 7(b) yaitu, kecepatan gelombang geser (Vs), densitas dan ketebalan lapisan. Namun, data yang digunakan untuk pembuatan model 2D hanyalah nilai Vs dan ketebalan lapisan, serta ditambahkan variabel berupa nilai jarak antar titik penelitian.



(a)



(b)

Gambar 7. Model Nilai Vs Hasil pengolahan (a) model 1D pada setiap titik penelitian (b) Model 2D nilai Vs sampai kedalaman 30 meter

Berdasarkan model 1D dan 2D dengan mengacu pada SNI 1726:2012 daerah pesisir pantai panjang termasuk kategori tanah lunak (SE), ditunjukkan pada kontur berwarna biru yaitu pada lapisan pertama (Gambar 6), dengan nilai Vs berkisar antara 99 m/s - 172 m/s pada kedalaman kurang dari 9 meter. Lapisan berupa kontur biru ini diduga merupakan lumpur lembut.

Lapisan kedua ditunjukkan pada kontur berwarna hijau diklasifikasikan sebagai tanah sedang (SD) dengan nilai Vs berkisar antara 186 m/s - 310 m/s dan berada pada kedalaman 1,5 meter sampai 16 meter. Lapisan kedua ini diduga memiliki jenis material berupa lumpur lembut dan pasir kering.

Lapisan ketiga yaitu tanah keras (SC). Pada Gambar 6.b ditunjukkan dengan kontur berwarna kuning yaitu Vs berkisar antara 390 m/s - 641 m/s berada pada kedalaman lebih dari 10 meter. Adapun jenis material yang diduga pada lapisan ini adalah pasir kering, dan lempung.

Lapisan ke empat yaitu batuan (SB). Ditunjukkan pada kontur berwarna merah, dengan nilai Vs 951 m/s berada pada kedalaman lebih dari 15 meter dan ketebalan 15 meter, diduga jenis material pada lapisan ini adalah tanah (*tills*).

Berdasarkan penelitian ini tidak ditemukan adanya indikasi batuan keras,

maka diduga bedrock (batuan keras) berada pada kedalaman lebih dari 30 meter.

PENUTUP

Nilai Vs per kedalaman sampai kedalaman 30 meter di pesisir Pantai Panjang terbagi menjadi 4 kategori yaitu tanah lunak, tanah sedang, tanah padat dan batuan. Kategori tanah lunak dengan nilai Vs berkisar antara 99 m/s - 172 m/s pada kedalaman kurang dari 9 meter dengan jenis material berupa lumpur lembut. Kategori tanah sedang, nilai Vs berkisar antara 186 m/s - 310 m/s dan berada pada kedalaman 1,5 meter sampai 16 meter dengan jenis material berupa lumpur lembut dan pasir kering. Kategori tanah keras, Vs berkisar antara 390 m/s - 641 m/s berada pada kedalaman lebih dari 10 meter dengan jenis material pasir kering, dan lempung. Dan, kategori ke empat yaitu batuan pada kedalaman lebih dari 15 meter, ketebalan 15 meter dengan nilai Vs 951 m/s serta jenis material tanah (*tills*).

Penelitian ini perlu divalidasi dengan menggunakan metode yang lain, misalnya data bor yang mencapai kedalaman 30 meter, Sehingga tingkat kebenaran pada hasil penelitian ini bisa dipertanggung jawabkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional, Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, SNI 1726:2012, 2012.
- Handayani, A. D. P. (2018) *Penerapan Metode Inversi HVSR untuk Peodelan Struktur Lapisan Bawah Permukaan Bumi di Kota Bengkulu Menggnakan OpenHVSR*. Universitas Bengkulu.
- Lowrie, W., 2007. *Fundamentals of geophysics*, 2nd edn. Cambridge University Press, New York.
- Milsom, J. dan Eriksen, A. (2011) *Field geophysics*. 4 ed, WILEY. 4 ed.
- Natawidjaja, D. H. (2007) "West Sumatera Earthquake of March," *Journal of Geophysical Research.*, 112(10), hal. 1029.
- Park, C. B. *et al.* (2007) "Multichannel analysis of surface waves (MASW) active and passive methods," 26(1), hal. 60–64. doi: 10.1190/1.2431832.
- Park, C. B., Miller, R. D. dan Miura, H. (2002) "Optimum Field Parameters of an MASW Survey," *Expanded Abstracts, SEG-J, Tokyo*.
- Prabowo, U. N., Marjiyono dan Sismanto (2016) "Amplifikasi dan Atenuasi Gelombang Seismik di Lapisan Sedimen Permukaan," *Sciencetech*, 2(1).
- Purba, A. B. (2019) *Penentuan Stratigrafi Shear Wave Velocity (Vs) di Daerah Rawan Abrasi Kabupaten Bengkulu Utara*. Universitas Bengkulu.
- Richart, F. E., Hall, J. R. dan Woods, R. D. (1970) *Vibrations Of Soils and Foundations*. 8 ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Saenger, E. H. *et al.* (2009) "A Passive Seismic Survey Over a Gas Field: Analysis Of Low-frequency anomalies," *Geophysics*, 74(2), hal. 29–40. doi: 10.1190/1.3078402.