

Identifikasi Batuan Dasar menggunakan Metode Seismik Refraksi untuk Pondasi Bangunan di Universitas Sebelas Maret Ketingan Surakarta

Aisyah Yohanella,* Budi Legowo, dan Darsono
Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret
Ir. Sutami No.36 A Surakarta 57126

Intisari

Universitas Sebelas Maret Ketingan Surakarta dalam jangka waktu 2 tahun (2011-2012) sedang melakukan beberapa pembangunan gedung bertingkat diantaranya Gedung Pasca Sarjana, Masjid Nurul Huda, dan Fakultas Kedokteran. Suatu bangunan jika didirikan di atas batuan dasar dapat mengurangi resiko kegagalan gedung. Untuk dapat mengetahui keberadaan batuan dasar maka dapat dilakukan dengan cara survei metode seismik refraksi. Survei dilakukan di daerah GOR dengan 4 lintasan, teknik lapangan yang digunakan adalah *in line*, dengan 24 *geophone*, jarak antar *geophone* 2 meter dan panjang lintasan 69 meter. Data yang diperoleh kemudian diolah dengan menggunakan software *WinSism13* dan *RockWorks15* untuk tampilan 3D. Hasil yang didapatkan berupa perkiraan struktur lapisan geologi di bawah permukaan berdasarkan nilai kecepatan di dalam medium tentang kecepatan penjalaran atau perambatan gelombang. Dari hasil pengolahan data di daerah GOR ditemukan batuan dasar hingga kedalaman 27 meter dan nilai kecepatan rambat gelombang pada batuan yang didapatkan mencapai 2000 m/s dengan jenis batuan penyusunnya adalah batuan lempung.

ABSTRACT

Sebelas Maret of University at Ketingan Surakarta in the 2 years period (2011-2012) were doing some construction of buildings such as Pasca Sarjana Building, Nurul Huda Mosque, and the Faculty of Medicine. A building if built on bedrock can reduce the risk of building failure. To be able to determine the presence of bedrock, it can be done by seismic refraction survey method. The survey was conducted in the area of GOR with 4 tracks, field techniques used are *in line*, with 24 geophones, geophone spacing of 2 meters and 69 meters long track. The data obtained were then processed using software *WinSism13* and *RockWorks15* for 3D viewing. The results obtained nuanced layers of geological structures in the subsurface based on the value of speed in the medium of propagation or wave propagation speed. From the data processing in the GOR found bedrock to a depth of 27 meters and wave velocity values obtained in rock reach 2000 m / s with constituent rock types are clay rocks.

KATA KUNCI: Seismic refraction, bedrock, wave propagation.

I. PENDAHULUAN

Universitas Sebelas Maret membutuhkan ruang-ruang untuk menampung kegiatan para penggunanya agar mampu meningkatkan fasilitas terutama kenyamanan di bidang pengajaran dimana bangunan sebagai wadahnya [1]. Atas alasan kebutuhan ruang tersebut maka pada tahun 2012-2013 Universitas Sebelas Maret mengadakan beberapa pembangunan yang cukup besar di beberapa titik di daerah Ketingan, diantaranya adalah Masjid Nurul Huda, Gedung Pasca Sarjana, Gedung Fakultas Kedokteran dan Wisma Tamu, dimana didalam perencanaan pembangunannya dibutuhkan perhitungan-perhitungan yang menyangkut ketahanan dan kekuatan bangunan. Semakin tinggi bangunan yang akan

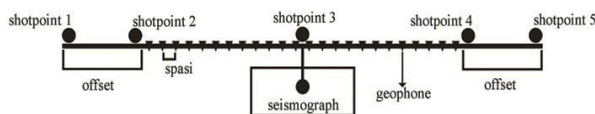
dibangun maka pondasi yang dibuat juga harus semakin dalam. Ketika pondasi berada pada bagian tanah yang keras atau pada *bedrock* maka akan bekerja mekanisme tumpu yang akan bekerja menopang bangunan di atasnya sehingga kejadian penurunan tanah akibat pembebanan bangunan dapat diperkecil. Identifikasi litologi batuan diperlukan untuk mengetahui kondisi di bawah permukaan yang berkaitan dengan pembangunan pondasi.

Metode yang digunakan untuk pendugaan lapisan batuan bawah tanah di daerah Universitas Sebelas Maret adalah metode sismik refraksi. Hal ini disebabkan keakuratan yang tinggi dalam memodelkan struktur geologi di bawah permukaan bumi tanpa merusak lapisan batuan yang ada di dalam bumi dan juga mampu memberikan informasi tentang sifat fisis lapisan bumi berdasarkan kecepatan penjalaran gelombang seismik yang dibangkitkan di permukaan bumi [2]. Metode seismik refraksi didasarkan pada sifat penjalaran gelombang yang mengalami pembiasan dengan sudut kritis

*E-MAIL: serly_ashalihah@yahoo.com



Gambar 1: Posisi lintasan survei seismik refraksi di daerah GOR (Wikimapia, 2013).



Gambar 2: Posisi shot saat pengambilan data seismik refraksi.

tertentu yaitu bila dalam perambatannya, gelombang tersebut melalui bidang batas yang memisahkan suatu lapisan dengan lapisan yang di bawahnya yang mempunyai kecepatan gelombang lebih besar. Parameter yang diamati adalah karakteristik waktu tiba gelombang pada masing-masing *geophone* [3].

Metode pengolahan yang digunakan adalah metode intercept time karena merupakan metode yang paling dasar dalam analisis seismik refraksi. Pada perhitungan yang digunakan dengan menghitung waktu pertama kali gelombang yang berasal dari sumber seismik diterima oleh setiap receiver [4]. Untuk mengetahui kedalaman lapisan pertama dituliskan dengan persamaan sebagai:

$$z_1 = \frac{T_i V_1}{2 \cos \alpha} = \frac{T_i V_1}{2 \cos(\frac{V_1}{\sin V_2})} \quad (1)$$

II. METODOLOGI

Terdapat 4 lintasan pada daerah survei, panjang masing-masing lintasan adalah 69 meter dan jarak antar *geophone* adalah 2 meter, dengan 5 *shotpoint*. Berikut merupakan posisi lintasan seismik refraksi untuk daerah GOR (Gambar 1) dan posisi shot dalam pengambilan data (Gambar 2).

Peralatan utama yang digunakan dalam survei seismik refraksi adalah *Seismograph* 16S-P, kabel *geophone*, kabel trigger, power supply, palu beserta landasannya dan 24 buah *geophone*. Peralatan lainnya yang mendukung adalah sarung tangan, GPS (*Global Position System*), *handy talky*, *log book*, peta geologi, payung, dan software *WinSism13* beserta software *RockWorks15*.

Teknik lapangan saat pengambilan data adalah *in line* yang artinya *geophone* dan sumber terletak dalam satu garis [5]. Software yang digunakan adalah *WinSism13*, sedangkan untuk tampilan 3D menggunakan Software *RockWorks15*. Data dari perekaman gelombang seismik sebelumnya difilter dengan menggunakan *Low Pass Filter* (LPF) sebesar 0-250 Hz untuk mendapatkan data yang jelas, sehingga noise-nyapun dapat berkurang. Kemudian dilakukan *picking* pada data yang telah diperoleh sehingga akan diketahui nilai waktu tiba gelombang untuk tiap-tiap *geophone* dan ditampilkan dalam kurva waktu tempuh. Profil parameter diatur terlebih dahulu sebelum hasil olahan (*seismic profil*) ditampilkan.

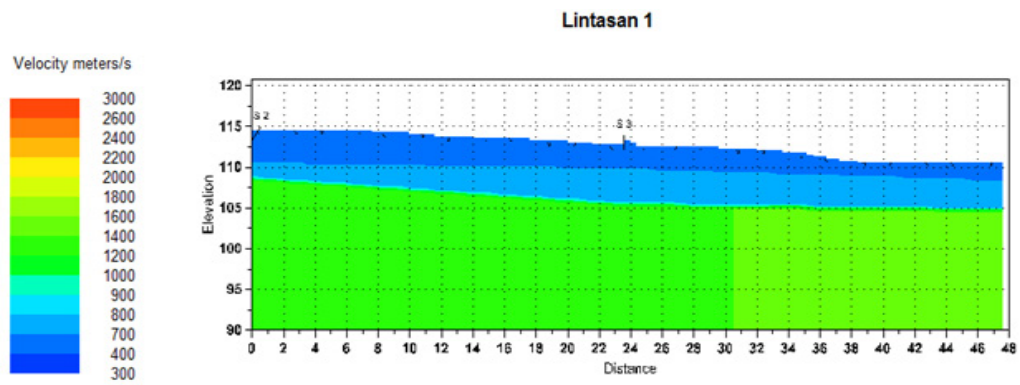
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Interpretasi data seismik digunakan untuk mempermudah pembacaan persebaran batuan atau stratigrafi pada daerah penelitian. Nilai kecepatan rambat gelombang pada per-lapisan tanah dan ketebalan lapisan diperoleh dengan menghitung hasil waktu tempuh pada program *WinSism13*. Hasil kecepatan perambatan gelombang pada suatu batuan dapat dilihat pada Gambar 3 dan terlihat bahwa nilai kecepatan rambat gelombang sangat bervariasi tergantung dari jenis batuan penyusun pada daerah penelitian.

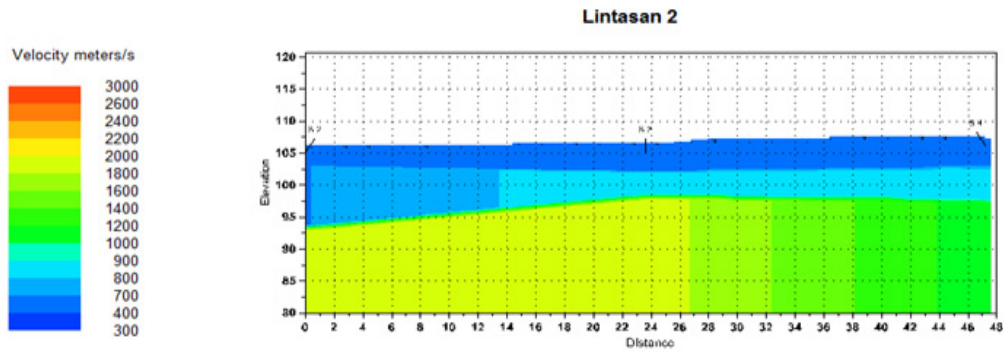
Pemodelan penampang seismik refraksi 2 dimensi dengan panjang masing-masing lintasan 69 meter dan jarak antar *geophone* 2 meter diperoleh hasil bahwa terdapat 3 lapisan untuk daerah GOR dengan kedalaman mencapai 23,5 - 27 meter. Nilai kecepatan rambat gelombang pada batuan yang didapatkan antara 300 hingga 2000 m/s. Jenis batuan penyusun atau persebaran batuan untuk daerah GOR yaitu lapisan lapuk berupa top soil, kerikil tak jenuh, pasir tak jenuh, kemudian pasir jenuh dan kerikil jenuh, batuan alluvium dan lempung. Lapisan pertama dengan ketebalan lapisan 1-4 meter dan kecepatan rambat gelombangnya 300-700 m/s, jenis batuan yang diperoleh adalah lapisan lapuk berupa top soil, pasir tak jenuh, kerikil tak jenuh. Lapisan kedua dengan ketebalan lapisan 2-9 meter, nilai kecepatan perambatan gelombang pada batuan yang diperoleh adalah 700-1000 m/s dan jenis batuanya adalah pasir jenuh dan tak jenuh serta kerikil tak jenuh. Pada lapisan ketiga dengan kecepatan rambat gelombang seismik pada batuan 1000-2000 m/s, dengan kedalaman 10-20 meter jenis batuan penyusunnya adalah kerikil jenuh, batuan alluvium dan lempung. Jenis batuan yang diperoleh didasarkan pada tabel nilai kecepatan perambatan gelombang primer pada suatu medium (Tabel I).

Hasil penampang 2D seismik refraksi yang diperoleh (Gambar 3) kemudian dirubah kedalam bentuk 3D dengan menggunakan software *Rockworks15*. Analisis 3D bertujuan untuk melihat ke arah mana bentuk kemenerusan persebaran batuan dasar serta penebalan atau penipisan dari lapisan tersebut.

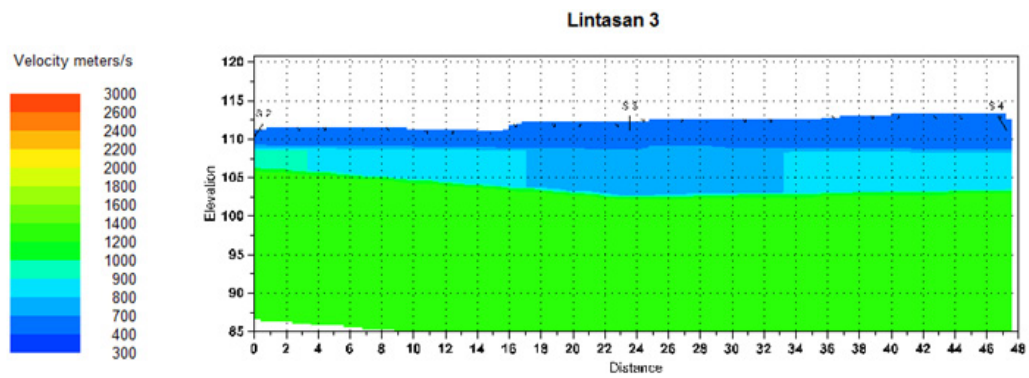
Tabel II menunjukkan kedalaman batuan dasar yang diperoleh untuk masing-masing lintasan dan Gambar 4 adalah bentuk tampilan 3D-nya.



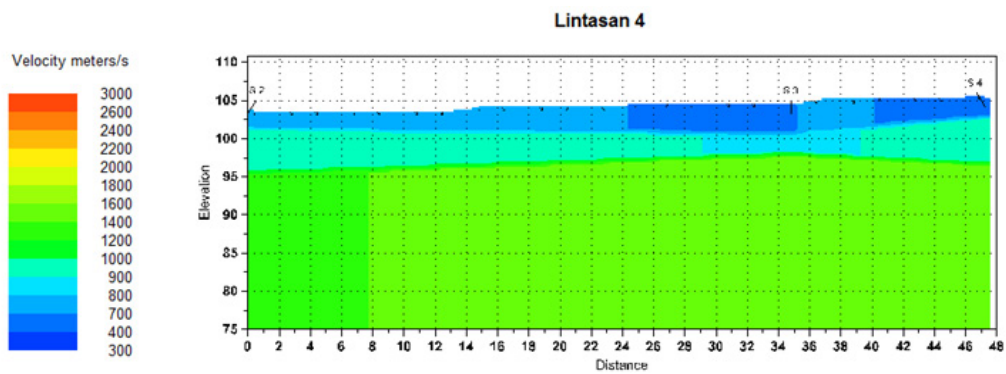
(a) lintasan A-B



(b) lintasan B-C



(c) lintasan C-D

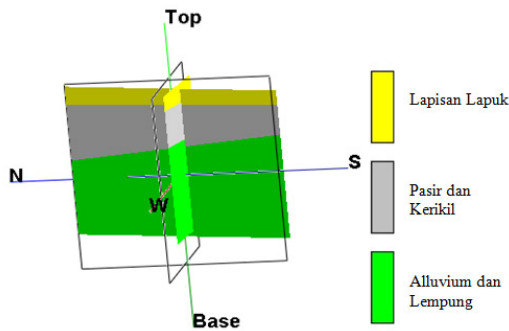


(d) lintasan D-A

Gambar 3: Nilai kecepatan rambat gelombang pada lintasan.

TABEL I: Nilai kecepatan rambat gelombang [6].

No	Kecepatan gelombang P (m/s)	Jenis batuan
1	300-900	Lapisan lapuk
2	250-600	Top Soil
3	500-2000	Alluvium
4	1000-2500	Lempung
5	200-1000	Pasir tak jenuh
6	800-2200	Pasir jenuh
7	400-1000	Kerikil tak jenuh
8	1500-2500	Kerikil jenuh

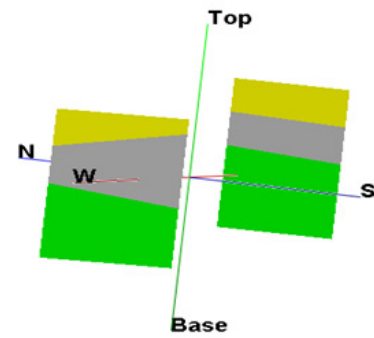


Gambar 4: Penampang profil seismic batuan dasar 3D untuk daerah GOR.

Gambar 4 dan Tabel II tersebut dapat diketahui bahwa batuan dasar yang terdapat pada daerah GOR persebarannya adalah menurun dari arah Selatan ke Utara, dari kedalaman 27 meter menuju 25 meter, sedangkan untuk lapisan kedua mengalami penebalan dari arah Timur ke Barat (Gambar 5).

IV. SIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa untuk masing-masing lintasan hampir memiliki persebaran batuan



Gambar 5: Penampang 3D untuk persebaran penebalan lapisan kedua (warna abu-abu) (untuk interpretasi warna, pembaca dapat melihat artikel ini versi web).

TABEL II: Kedalaman batuan dasar (bedrock) daerah GOR.

Nama lintasan	Kedalaman (m)	Arah
Lintasan 1 (A-B)	24	Barat
Lintasan 2 (B-C)	25	Utara
Lintasan 3 (C-D)	23,5	Timur
Lintasan 4 (D-A)	27	Selatan

yang sama yaitu lapisan lapuk berupa top soil, kerikil tak jenuh, pasir tak jenuh, pasir jenuh dan kerikil jenuh, batuan alluvium dan lempung dengan kecepatan rambat gelombang pada medium mencapai 2000 m/s. Batuan dasar ditemukan pada kedalaman 23, 5-27 meter pada batuan alluvium dan lempung sedangkan pola persebaran untuk batuan dasarnya adalah menurun dari arah Selatan ke Utara, sedangkan untuk lapisan kedua mengalami penebalan dari arah Timur ke Barat.

[1] P. Kurniasari, *Identifikasi Batuan Dasar (Bedrock) Dengan Metode Resistivitas Konfigurasi Schlumberger Di Universitas Sebelas Maret Surakarta*, Surakarta, 2003.
 [2] N. Nurcandra, dkk., *Indonesian Journal of Applied Physics*, **3** (1), 29 (2013).
 [3] G. Telford, and Sheriff, *Applied Geophysics* (New York, Cambridge University Press, London, 1970).

[4] B. Nurdiyanto, dkk., *Jurnal Meteorolgi dan Geofisika*, **12** (3), 211-220 (2011).
 [5] Tim Laboratorium Teknik Geofisika, *Petunjuk Praktikum Seismik Refraksi*, Laboratorium Geofisika Jurusan Teknik Geofisika, UPN Yogyakarta, 2011.
 [6] H.R. Burger, *Exploration Geophysics of the Shallow Subsurface* (Prentice Hall PTR, 1992).