

Identifikasi Batuan Dasar (*Bedrock*) Menggunakan Metode Seismik Refraksi di Lokasi Pendirian Rumah Sakit Pendidikan Universitas Sebelas Maret

Murteza Nur Isnani Rahmawati, Budi Legowo, Artono Dwijo Sutomo

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sebelas Maret
echa_hebenx@yahoo.com

Received 24-02-2013, Revised 26-03-2013, Accepted 22-08-2013, Published 30-04-2014

ABSTRACT

A research of refraction methods in establishment location Hospital Education Sebelas Maret University has been done on October 31 2012 with P.A.S.I Seismograph Mod. 16S24 seismic refraction instruments with 24 geophone. This research in order to determine the depth of bedrock in the establishment location hospital education Sebelas Maret University. In this data acquisition, the travel time data was a distance function. Processing and interpretation data used Intercept Time Method. Intercept Time Method used value of intercept time concept from travel time curve. This interpretation which resulted P wave velocities and layer rocks thickness in three-line which scattered in area of survey. The result was that we were able to obtain bedrock having the depth of 4 meters until 9 meters and heaving spreading velocity 1079 m/s – 1182 m/s is interpreted as talus deposits, sandstone, clay, loam, loess, sand and gravel.

Keywords: seismic refraction, bedrock depth, Intercept Time method, WinSism 11

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian menggunakan metode seismik refraksi di lokasi pendirian Rumah Sakit Pendidikan Universitas Sebelas Maret pada tanggal 31 Oktober 2012 dengan menggunakan alat P.A.S.I Seismograph Mod. 16S24-P dengan 24 *geophone*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kedalaman lapisan *bedrock* di wilayah rencana pembangunan Rumah Sakit Pendidikan Universitas Sebelas Maret berdasarkan data seismik. Data yang diperoleh berupa waktu rambat sebagai fungsi jarak. Data tersebut kemudian diolah menggunakan *Software WinSism 11* untuk memperoleh waktu tiba gelombang dari sumber menuju *geophone* (*first arrival time*). Dari pengolahan data tersebut kemudian diinterpretasi dengan menggunakan metode *Intercept Time*. Metode *Intercept Time* menggunakan konsep nilai *intercept time* dari kurva *travel time*. Dari hasil interpretasi data ini diperoleh kecepatan perambatan gelombang P pada medium dan ketebalan lapisan batuan di tiga lintasan yang terdapat di lokasi penelitian. Hasil interpretasi menunjukkan bahwa batuan dasar (*bedrock*) diindikasikan terdapat pada kedalaman 4 meter hingga 9 meter dibawah permukaan tanah dengan kecepatan berkisar antara 1079 m/s hingga 1182 m/s dengan lapisan dibawahnya diinterpretasikan lapisan yang mengandung endapan halus, batu pasir, kerikil, pasir, pasir halus (lanau), lempung dan tanah liat.

Kata Kunci: seismik refraksi, batuan dasar, *Metode Intercept Time*, *WinSism 11*

PENDAHULUAN

Universitas Sebelas Maret akan membangun Rumah Sakit Pendidikan di sekitar area kampus Makamhaji Universitas Sebelas Maret yang pembangunannya dimulai pada tahun 2013. Sampai saat ini belum ada data pendukung geoteknik dalam pembangunan Rumah Sakit

Pendidikan, data tersebut dapat digunakan untuk memperhitungkan ketahanan dan kekuatan bangunan dari faktor daya dukung tanah, ketahanan terhadap angin, faktor iklim, serta beban dari bangunan rumah sakit itu sendiri.

Pada pekerjaan pondasi, material batuan merupakan lapisan pendukung yang baik dan dapat mendukung beban yang besar bila di bawahnya tidak terletak lapisan tanah lunak. Bila lapisan batuan sangat tebal, namun beban sangat besar, masih dibutuhkan pemeriksaan adanya retakan-retakan, patahan dan kemiringannya^[1]. Suatu konstruksi atau bangunan dapat dikatakan layak, jika daya dukung terhadap material batuan di bawahnya aman. Jika pelapukan batuan berpengaruh terhadap daerah konstruksi dan menyebabkan konstruksi atau bangunan menjadi ambruk, maka bagian bawah permukaan dimana batuan tidak lagi melapuk (zona batuan dasar) perlu diteliti^[2].

Untuk mengetahui kedalaman batuan dasar (*bedrock*) dapat dilakukan eksplorasi secara geofisika aktif dengan metode seismik refraksi. Pada penelitian sebelumnya metode seismik refraksi dapat digunakan untuk menentukan kedalaman batuan dasar (*bedrock*) dalam perencanaan pondasi pada pembangunan jembatan. Penelitian yang dilakukan Rao et al.^[3] berhasil menemukan kedalaman tanah keras pada masing-masing letak pondasi jembatan RCC yang melintasi Sungai Khrisna di sisi hilir Bendungan Nagarjuna Sagar, Nalgonda daerah Andhra Pradesh berada pada kedalaman 20, 27, dan 18 meter. Sehingga direkomendasikan ketiga pondasi dari jembatan tersebut menggunakan pondasi dalam dengan kedalaman 50, 43, dan 53 meter.

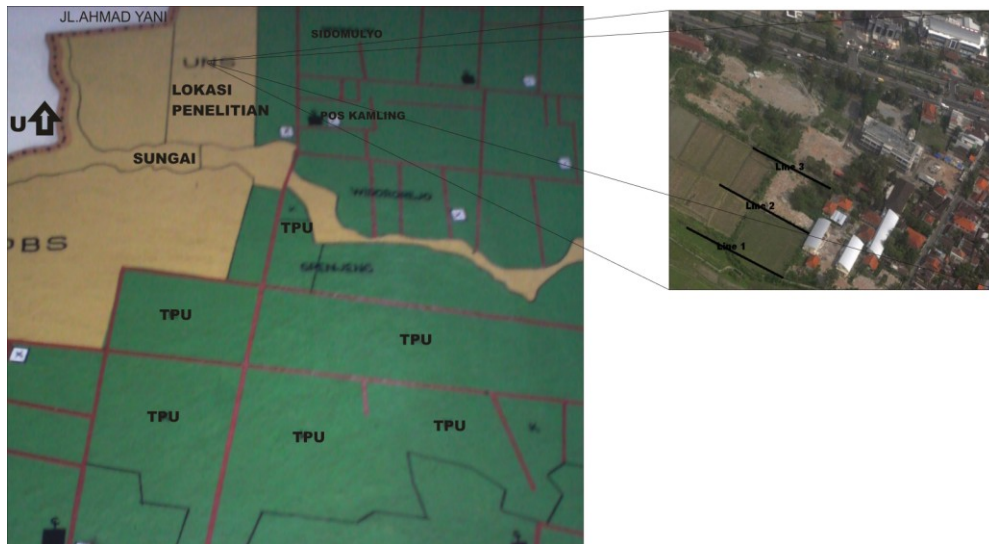
Metode seismik refraksi juga terbukti sebagai metode yang efektif dan efisien untuk memperoleh informasi umum tentang besar volume bawah permukaan tanah dalam dua dimensi jarak, yaitu kedalaman dan kemiringan^[4]. Pada penelitian lain, metode seismik juga dapat digunakan untuk mengamati kestabilan lereng^[5] dan untuk mengamati litologi bawah permukaan^[6]. Dengan mengetahui waktu tempuh gelombang dan jarak antar *geophone* dengan sumber ledakan, struktur lapisan geologi di bawah permukaan bumi dapat diperkirakan berdasarkan besar kecepatannya.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2012 di Dukuh Sidomulyo, Makamhaji, Kartasura, Sukoharjo. Tepatnya di lokasi rencana pembangunan RS. Pendidikan Universitas Sebelas Maret yang bertempat di area Kampus Makamhaji Universitas Sebelas Maret, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian seismik refraksi ini adalah seperangkat alat P.A.S.I Seismograph Mod. 16S24-P dengan 24 *channel* yang digunakan untuk akuisisi data seismik refraksi, menampilkan, dan merekam data seismik refraksi. Peralatan ini dilengkapi dengan 24 buah *geophone recording* sebagai penerima gelombang seismik, satu buah *geophone switching*, dua rol kabel *take out* untuk menempatkan *geophone recording*, satu rol kabel *switching* untuk menempatkan *geophone switching*, satu buah *accu* sebagai sumber tegangan untuk alat *seismograph*, satu buah *hammer* untuk sumber gelombang seismik, dua rol alat ukur panjang untuk mengukur jarak antar *geophone* dan panjang lintasan seismik, GPS untuk mengetahui posisi titik ukur, *handy talky* sebagai alat bantu komunikasi antar operator, alat tulis, *flashdisk* untuk menyimpan data pengukuran, seperangkat PC, *software WinSism 11* sebagai pengolah data, data *well log* sekitar area Kampus Makamhaji sebagai pengontrol data, dan peta geologi Surakarta untuk mengetahui kondisi geologi daerah

penelitian. Peralatan-peralatan yang digunakan pada saat penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. (color online) Peta Lokasi Penelitian (sumber: dari Kalurahan Makmahaji, Kartasura, Sukoharjo)

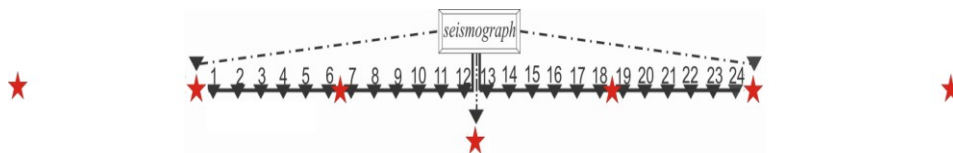


Gambar 2. (color online) Peralatan yang digunakan

Pengambilan data dalam survei seismik refraksi diawali dengan menyusun konfigurasi peralatan yang akan digunakan. *Geophone* dan sumber gelombang dipasang dalam satu garis lurus (*line* seismik). Jarak pisah antara *geophone* adalah jarak horizontal dan ditentukan bergantung pada kondisi lapangan. Penempatan sumber gelombang dilakukan untuk mendapatkan informasi struktur bawah permukaan secara detail. Sumber gelombang yang berada di tengah satu rangkaian *geophone* (*spread*), digunakan untuk mendeteksi lapisan paling atas, karena ketika sumber gelombang berada di tengah satu rangkaian *geophone* (*spread*), maka data dari sumber gelombang tersebut akan mendeteksi lapisan dengan kedalaman setengah dari panjang lintasan tersebut. Sedangkan, sumber gelombang yang berada di luar *spread* digunakan untuk mendeteksi lapisan paling bawah yang dapat dicapai (lapisan *bedrock*) dengan tingkat kedalaman yang sebanding dengan panjang lintasan.



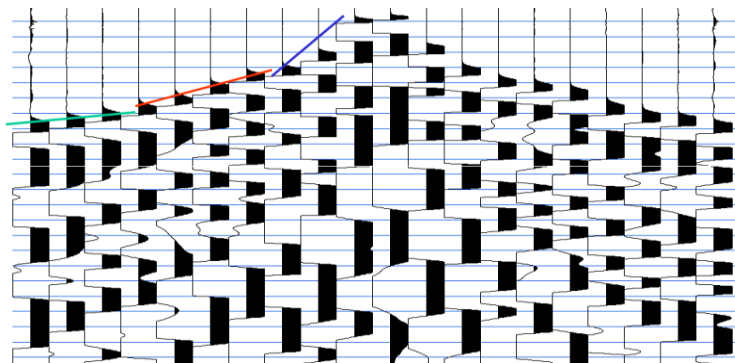
Gambar 3. (color online) Posisi Lintasan Seismik



Gambar 4. (color online) Skema Lintasan Seismik

Konfigurasi perekaman seismik refraksi dalam pengambilan data pada penelitian ini adalah dengan interval *geophone* 2 meter. Total panjang lintasan *spread* 46 meter. *Phantom shot* (*offset shot*) pada setengah bentangan/*spread*, yaitu -11,5 meter dari *geophone* pertama dan +11,5 meter dari *geophone* 24. Pada penelitian ini digunakan *acquisition time* sebesar 1024 ms dan *sampling time* 500 μ s. Skema posisi bentangan pada penelitian ini digambarkan seperti pada Gambar 3 dan Gambar 4.

Data masukan yang diperoleh dari survei seismik refraksi adalah waktu tempuh gelombang dari sumber ke tiap *geophone* yang ditunjukkan dalam *trace – trace* gelombang, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. (color online) Rekaman Data Seismik

Data yang tidak terganggu oleh *noise* kemudian diolah dengan menggunakan *software WinSism 11* untuk mendapatkan kedalaman lapisan *bedrock*. Pada awal keluaran data dari seismograph adalah berformat DAT, sedangkan input pada pengolahan data adalah *seismic unix*, sehingga data yang berbentuk DAT dikonversikan dahulu ke SU. Setelah data dikonversikan ke dalam bentuk SU maka dilakukan *picking* pada gelombang *first break*. *First Break* adalah waktu dimana gelombang seismik dari sumber pertama kali mencapai penerima. *Picking* pada gelombang pertama refraksi adalah salah satu faktor penting dalam

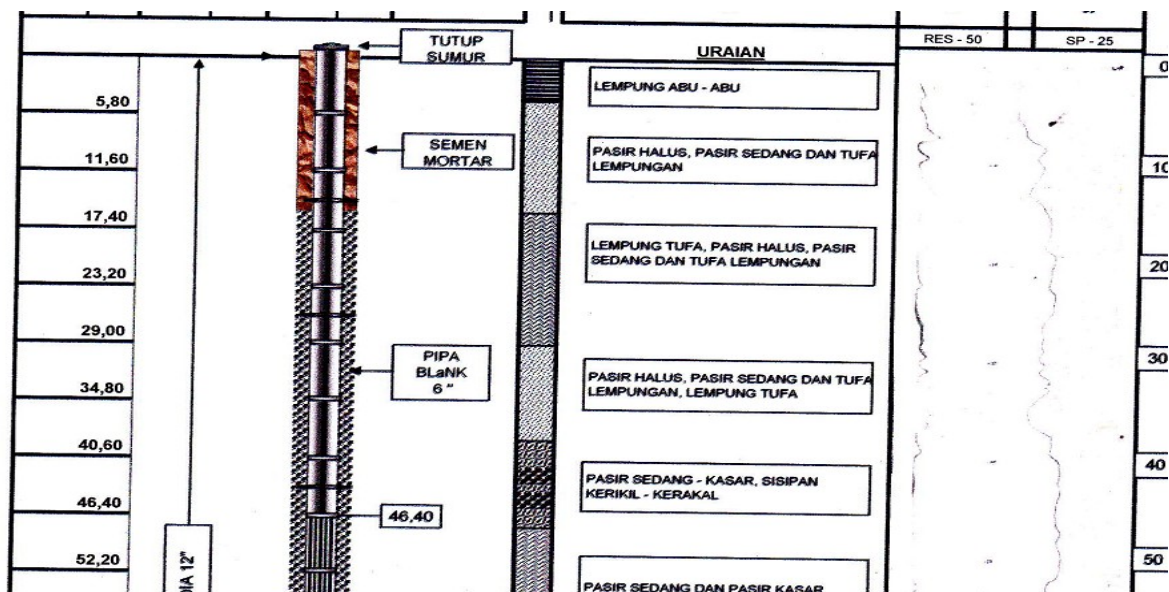
processing data seismik, karena kesalahan pada proses *picking* akan menyebabkan kesalahan waktu perekaman gelombang datang pada *geophone*. *Picking First Break* dilakukan dengan membaca waktu pertama kali gelombang mencapai *geophone* yang diperkirakan berasal dari sumber (bukan *noise*). Dalam seismik refraksi hanya gelombang langsung dan refraksi yang di *picking*, sedangkan gelombang refleksi tidak pernah muncul sebagai *first break*. Hasil dari proses *First Break Picking* yang menunjukkan waktu datang gelombang ke masing-masing *geophone* pada tiap *shot point* disebut sebagai kurva *travel time*. Setelah didapatkan kurva *travel time* kemudian dilakukan analisa kecepatan untuk menentukan kecepatan tiap-tiap *layer/lapisan*. Kurva *travel time* yang memiliki gradien cenderung lebih datar akan mempunyai kecepatan yang lebih tinggi, jika dibandingkan dengan gradien yang cenderung lebih vertikal. Setelah itu dilakukan penghitungan kedalaman (*depth*) dan ketebalan (*thickness*) masing-masing *layer* dengan menggunakan metode *Intercept Time*. Lamanya waktu tiba gelombang (t_{in}) untuk masing-masing lapisan dapat dicari dengan menggunakan rumus^[7]:

$$T_n = \frac{X}{V_{n+}} + \frac{Z_1 \sqrt{V_{n+}^2 - V_1^2}}{V_1 V_{n+}} + \frac{Z_2 \sqrt{V_{n+}^2 - V_2^2}}{V_2 V_{n+}} + \dots + \frac{Z_n \sqrt{V_{n+}^2 - V_n^2}}{V_n V_{n+}} \quad (1)$$

Kedalaman masing-masing lapisan batuan menggunakan metode *Intercept Time* dapat dicari dengan rumus^[7]:

$$Z_n = \frac{t_{in} \cdot V_n \cdot V_{n+}}{2 \sqrt{V_{n+}^2 - V_n^2}} - \frac{V_n}{V_1} \cdot \frac{\sqrt{V_{n+}^2 - V_1^2}}{\sqrt{V_{n+}^2 - V_n^2}} \dots - \frac{V_n}{V_{n-1}} \cdot \frac{\sqrt{V_{n+}^2 - V_{n-1}^2}}{\sqrt{V_{n+}^2 - V_n^2}} \quad (2)$$

Setelah didapatkan nilai kecepatan gelombang masing-masing lapisan beserta kedalaman dari masing-masing lapisan, kemudian data diinterpretasi dengan mengkorelasikannya hasil dengan literatur data kecepatan gelombang primer pada masing-masing medium (seperti pada Tabel 1), kondisi geologis dan data lapisan tanah dari data sumur kontrol di sekitar daerah tersebut (seperti pada Gambar 6.).



Gambar 6. (color online) Data well log lokasi penelitian (sumber : dari Balai Besar Bengawan Solo, Surakarta)

Tabel 1. Data kecepatan gelombang primer pada beberapa medium^[8]

<i>Material</i>	<i>P wave velocity (m/s)</i>
<i>Air</i>	331,5
<i>Water</i>	1400-1600
<i>Topsoil</i>	100-700
<i>Peat</i>	200-800
<i>Clay</i>	500-2800
<i>Loam</i>	200-1900
<i>Loess</i>	300-1200
<i>Sand</i>	200-2000
<i>Gravel</i>	100-2000
<i>Sandstone</i>	800-4500
<i>Marlstone</i>	1300-4500
<i>Dolomite</i>	2000-6200
<i>Limestone</i>	2000-6200
<i>Magmatic Rock</i>	2400-5200
<i>Metamorphic rock</i>	3100-5800
<i>Talus Deposits</i>	600-2500
<i>Till</i>	1500-2700
<i>Permafrost</i>	2400-4300
<i>Glacial ice</i>	3100-4500

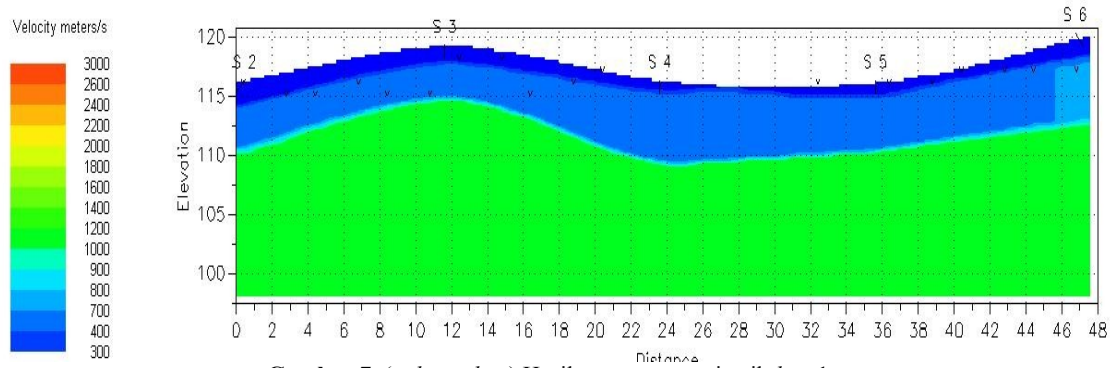
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengolahan data didapatkan penampang seismik dengan sumbu y merupakan kedalaman lapisan batuan dan sumbu x merupakan panjang bentangan *geophone*. Pada penampang seismik terdapat perbedaan warna yang menunjukkan besar kecepatan masing-masing lapisan. Kecepatan dari masing-masing lapisan tersebut akan dikorelasikan dengan *literatur* tabel kecepatan gelombang P^[8], kondisi geologis dan data lapisan tanah dari data sumur kontrol daerah penelitian.

Dari survei menggunakan panjang lintasan *spread* 46 meter dengan *phantom shot (offset shot)* pada -11,5 meter dari *geophone* 1 dan +11,5 meter dari *geophone* 24, serta dari pengolahan data menggunakan *software WinSism 11* diperoleh kecepatan gelombang P, hasil pengolahan data seismik refraksi sebagai berikut:

Line 1

Line 1 merupakan *line* yang berlokasi di area Kampus Makamhaji UNS paling Selatan. Hasil pengolahan data didapatkan penampang seismik seperti Gambar 7.

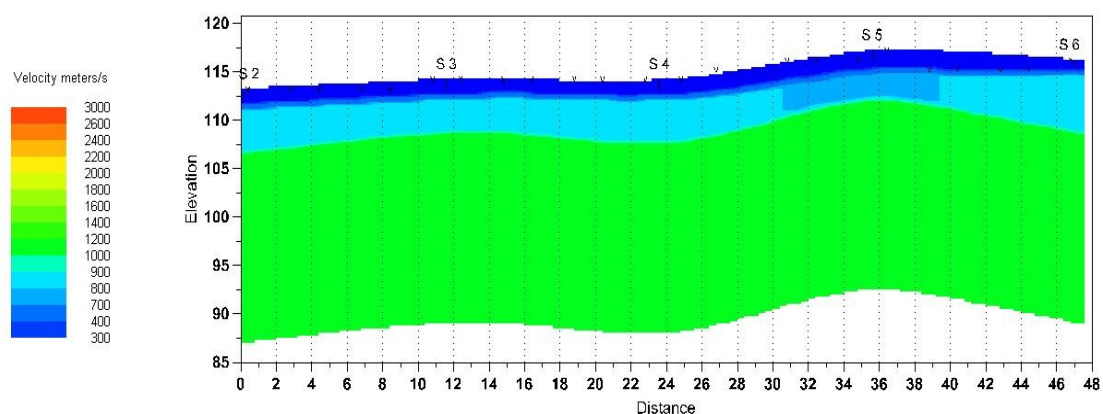


Gambar 7. (color online) Hasil penampang seismik line 1

Gambar 7 menunjukkan bahwa distribusi kecepatan gelombang seismik pada 3 lapisan bawah tanah dengan lapisan *bedrock* diindikasikan berada pada rentang kedalaman 4,58 meter hingga 6,87 meter dengan kecepatan gelombang antara 1079 m/s hingga 1080 m/s. Lapisan di atasnya adalah berupa lapisan dengan masing-masing kecepataannya antara 173 m/s hingga 286 m/s dan 432 m/s hingga 743 m/s. Dari kecepatan masing-masing lapisan yang diperoleh tersebut maka dapat diindikasikan bahwa lapisan pertama dengan kecepatan 173 m/s hingga 286 m/s dengan rentang ketebalan antara 1,05 meter hingga 2,47 meter mengandung lapisan *topsoil*, tanah gambut, lempung, pasir dan kerikil. Sedangkan lapisan kedua dengan kecepatan gelombang primer sebesar 432 m/s hingga 743 m/s dengan rentang kedalaman mencapai 1,05 meter hingga 2,47 meter dan berada pada kisaran ketebalan 3,14 meter hingga 5,82 meter diindikasikan mengandung tanah gambut, tanah liat, lempung, pasir halus (lanau), kerikil dan endapan halus. Sedangkan untuk lapisan di bawah batuan dasar (*bedrock*) diindikasikan merupakan lapisan yang mengandung endapan halus, batu pasir, kerikil, pasir, pasir halus (lanau), lempung dan tanah liat.

Line 2

Line 2 terletak 50 meter dari *line 1*. Hasil pengolahan data didapatkan penampang seismik seperti Gambar 8.



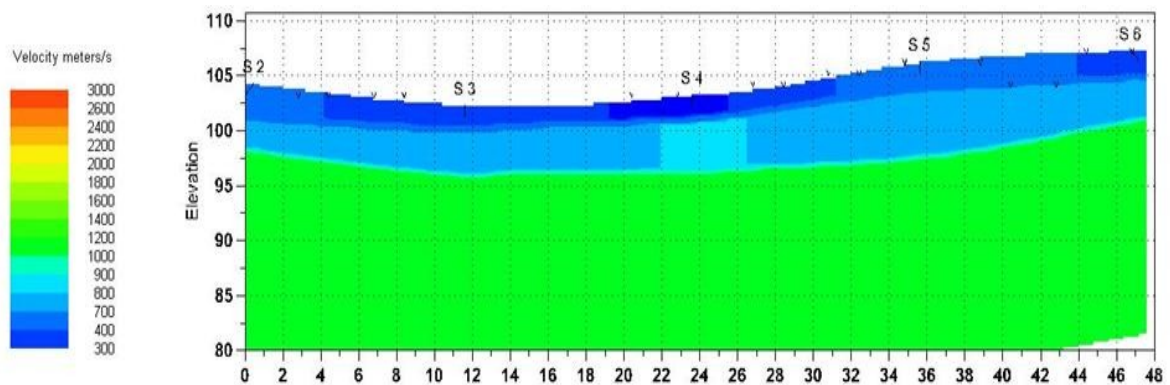
Gambar 8. (color online) Hasil penampang seismik line 2

Gambar 8. menunjukkan bahwa lapisan *bedrock* diindikasikan berada pada rentang kedalaman 5,17 meter hingga 8,05 meter dengan kecepatan gelombang 1152 m/s. Lapisan di atasnya adalah berupa lapisan dengan masing-masing kecepataannya 265 m/s hingga 435 m/s dan 705 m/s hingga 815 m/s. Dari kecepatan masing-masing lapisan yang diperoleh tersebut maka dapat diindikasikan bahwa lapisan pertama dengan kecepatan 265 m/s

hingga 435 m/s dengan rentang ketebalan mencapai 1,5 meter hingga 2,15 meter mengandung lapisan *topsoil*, tanah gambut, lempung, pasir halus (lanau), pasir dan kerikil. Sedangkan lapisan kedua dengan kecepatan gelombang *primer* sebesar 705 m/s hingga 815 m/s dengan rentang kedalaman mencapai 1,5 meter hingga 2,15 meter dan rentang ketebalan mencapai kisaran 3,77 meter hingga 6,55 meter diindikasikan mengandung tanah gambut, tanah liat, lempung, pasir halus (lanau), pasir, kerikil, batu pasir dan endapan halus. Sedangkan untuk lapisan di bawah batuan dasar (*bedrock*) diindikasikan merupakan lapisan yang mengandung endapan halus, batu pasir, kerikil, pasir, pasir halus (lanau), lempung dan tanah liat.

Line 3

Line 3 posisinya di sebelah Utara *line 2* dengan jarak sekitar 55 meter dari *line 2*. Hasil pengolahan data didapatkan penampang seismik seperti Gambar 9.



Gambar 9. (color online) Hasil penampang seismik line 3

Gambar 9 menjelaskan bahwa lapisan *bedrock* diindikasikan berada pada rentang kedalaman 6,16 meter hingga 8,66 meter dengan kecepatan gelombang 1182 m/s. Lapisan di atasnya adalah berupa lapisan dengan masing-masing kecepataannya 248 m/s hingga 298 m/s dan 762 m/s hingga 882 m/s. Dari kecepatan masing-masing lapisan yang diperoleh, maka dapat diindikasikan bahwa lapisan pertama dengan kecepatan 248 m/s hingga 298 m/s dengan rentang ketebalan mencapai 2,66 meter hingga 3,12 meter mengandung lapisan *topsoil*, tanah gambut, lempung, pasir dan kerikil. Sedangkan lapisan kedua dengan kecepatan gelombang *primer* sebesar 762 m/s hingga 882 m/s dengan rentang kedalaman mencapai 2,26 meter hingga 3,12 meter dan memiliki rentang ketebalan antara 3,04 meter hingga 6,21 meter diindikasikan mengandung tanah gambut, tanah liat, lempung, pasir halus (lanau), pasir, kerikil, batu pasir dan endapan halus. Sedangkan lapisan kedua dengan kecepatan gelombang *primer* sebesar 705 m/s hingga 815 m/s dengan kedalaman antara 8 meter hingga 14 meter diindikasikan mengandung tanah gambut, tanah liat, lempung, pasir halus (lanau), pasir, kerikil, batu pasir dan endapan halus. Sedangkan untuk lapisan di bawah batuan dasar (*bedrock*) diindikasikan merupakan lapisan yang mengandung endapan halus, batu pasir, kerikil, pasir, pasir halus (lanau), lempung dan tanah liat.

Pada lokasi penelitian dengan luas 7245 m² dan ketinggian berbeda-beda pada masing-masing *line*, tetapi nilai kecepatan gelombang antara masing-masing *line* pada ketinggian yang dianggap sama memiliki nilai yang tidak terpaut begitu jauh (berdasarkan data ketinggian). *Line 1* yang terletak di lokasi penelitian (area Kampus Makamhaji) bagian Selatan, *line 2* yang terletak 50 meter dari *line 1* dan *line 3* terletak bagian paling Utara dengan jarak sekitar 55 meter dari *line 2*. Kedalaman maksimum *bedrock* pada *line 3* terdeteksi pada kedalaman hingga 8,66 meter di bawah permukaan tanah. Lapisan *bedrock* yang ditemukan

memiliki orientasi menurun hingga 1-2 meter menuju lapisan yang lebih dalam dari Selatan menuju Utara. Pada *line 1* dan *line 2* dapat dilihat bahwa *bedrock* pada *line 2* berada pada lapisan yang lebih dalam daripada *line 1* yang berada di posisi paling Selatan.

Karena geologi daerah penelitian termasuk dalam daerah yang berasal dari pelapukan batuan vulkanis Gunung Merapi, baik dari lava/batu yang membeku (*Effusif*) maupun dari abu vulkanis yang membeku, maka lapisan *bedrock* di area Kampus Makamhaji yang didapatkan juga batuan yang tingkat kekerasannya tidak sekeras batuan *bedrock* di lokasi lain yang mungkin memiliki geologi batuan yang lebih keras. Hasil interpretasi dari data *well log* daerah sekitar lokasi penelitian dengan hasil pengolahan data penelitian juga didapatkan bahwa pada kisaran kedalaman 4 meter hingga 9 meter merupakan lapisan batuan yg berjenis pasir halus, pasir sedang, dan tufa lempungan. Sehingga dari hasil interpretasi ini dapat disimpulkan bahwa antara data geologi, data *well log* dan hasil pengolahan data penelitian saling berkorelasi dengan jenis batuan yang terdapat pada lapisan *bedrock* adalah endapan halus, batu pasir, kerikil, pasir, pasir halus (lanau), lempung dan tanah liat.

KESIMPULAN

Dari analisa yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa *bedrock* di area Kampus Makamhaji Universitas Sebelas Maret diindikasikan terletak pada rentang kedalaman 4 meter hingga 9 meter dengan kecepatan gelombang antara 1079 m/s hingga 1182 m/s dengan jenis lapisan di bawahnya diinterpretasikan sebagai lapisan yang mengandung endapan halus, batu pasir, kerikil, pasir, pasir halus (lanau), lempung dan tanah liat.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Hardiyatmo, H.C. 2011. *Analisis dan Perancangan Fondasi I*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- 2 Kurniasari, P. 2008. *Identifikasi Batuan Dasar (Bedrock) dengan Metode Resistivitas Konfigurasi Schlumberger di Universitas Sebelas Maret Surakarta*. Skripsi Jurusan Fisika, FMIPA UNS, Surakarta.
- 3 Rao, V.V., Raju, J.S., Rao, B.S.P. dan Rao, P.K. 2004. Bed Rock Investigation by Seismic Refraction Method – A Case Study. *J. Ind. Geophys. Union*, Vol.8, No.3, Hal. 223-228.
- 4 Rucker, M.L. 2000. Applying the Seismic Refraction Technique to Exploration for Transportaion Facilities, *The First International Conference on the Application of Geophysical Methodologies to Transportation Facilities and Infrastructure*, St. Louis, Missouri, December 11-15.
- 5 Hack, R. 2000. Geophysics for Slope Stability. *Surveys in Geophysics*, Vol.21, No.4, Hal.432-448 .
- 6 Walker R. dan Wong, C. 2005. Seismic Multi-Attribute Analysis for Lithology Discrimination in Ganso Field, Oficina Formation, Venezuela. *The Leading Edge*, Vol.24, Hal.1160-1162.
- 7 Sismanto. 1999. *Eksplorasi dengan Menggunakan Seismik Refraksi*. Laboratorium Geofisika, Jurusan Fisika, FMIPA, UGM, Yogyakarta.
- 8 Hoffmann, T. dan Schrott, L. 2003. Determining Sediment Thickness of Talus Slopes and Valley Fill Deposits Using Seismic Refraction-A Comparison of 2D Interpretation Tools. *Zeitschrift fur Geomorphologie, Supplement*, Vol.132, Hal.71-87.