

ANALISIS KECEPATAN GELOMBANG GESER Vs30 MENGGUNAKAN METODE REFRAKSI MIKROTREMOR (ReMi) DI KELURAHAN TALISE

Analysis of shear wave velocity to a depth of 30 m (Vs30) in Talise Village using Refraction Mikrotremor method

Nurrahmi¹, Rustan Efendi¹, Sandra¹

¹Program Studi Fisika FMIPA, Universitas Tadulako, Palu, Indonesia.

ABSTRAK

Kelurahan Talise merupakan daerah dengan aktifitas pembangunan yang cukup tinggi pada saat sekarang. Kondisi bangunan di daerah ini rentan terhadap kerusakan. Hal ini disebabkan karena banyak bangunan yang didirikan kurang mempertimbangkan struktur lapisan bawah permukaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui klasifikasi dan jenis batuan bawah permukaan melalui analisis kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 m (Vs30) di Wilayah Kelurahan Talise. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Refraksi Mikrotremor (ReMi). Metode ini merekam penjalaran gelombang geser yang terjadi dibawah permukaan. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan program *Surface Wave Analysis Wizard* dan program *WaveEq (Surface Wave Analysis)*. Interpretasi pada 6 lintasan menunjukkan bahwa semakin besar kedalaman yang diperoleh, nilai *range* kecepatan gelombang geser juga semakin bertambah. Hasil penelitian ini berupa klasifikasi dan jenis batuan bawah permukaan dengan 4 lokasi penelitian yang berbeda, lokasi pertama Lapangan Abadi diklasifikasikan kedalam tipe E yaitu termasuk jenis tanah lunak, sedangkan untuk Lapangan Jabal Nur, Mapolda Sulteng, dan Sekolah Model Terpadu Madani diklasifikasikan kedalam tipe D yaitu termasuk jenis tanah sedang.

Kata kunci: Refraksi mikrotremor (ReMi), Kecepatan gelombang geser, Vs30, klasifikasi jenis batuan.

ABSTRACT

Talise is an area with a fairly high construction activities at the present time. The condition of the buildings in this area is susceptible to damage. This problem is mainly caused by constructing many buildings without considering the structure of subsurface. The purpose of this study is to determine the classification and types of rock below the surface through the analysis of shear wave velocity to a depth of 30 m (Vs30) in study area. The method used in this research was Refraction Mikrotremor (Remi) that records a shear wave propagation happening below the surface. Data processing was performed using *Surface Wave Analysis Wizard* and *WaveEq (Surface Wave Analysis)* programs. The interpretation of 6 tracks shows that the greater depth obtained, the greater value range of shear wave velocity happened. The results of this study were the form of classification and subsurface rock types with 4 different study sites, namely Abadi field, Jabal Nur field, Mapolda Sulteng, and School of Model Terpadu Madani. The former study site is classified as type E (soft soil), while the others are classified as type D (stiff soil).

Keywords: Refraction mikrotremor (ReMi), shear wave velocity, Vs30, classification of rock.

1. PENDAHULUAN

Salah satu daerah yang terletak di Kota Palu dengan aktifitas pembangunan yang cukup tinggi yaitu Kelurahan Talise. Aktifitas pembangunan yang cukup tinggi membuat sebagian masyarakat kurang mempertimbangkan kondisi batuan bawah permukaan ketika bangunan besar akan didirikan. Mengingat Kota Palu dilintasi oleh Sesar Palu-Koro dengan pergerakan yang cukup aktif, dan material penyusunnya didominasi oleh alluvial. Kondisi ini menjadikan bangunan-bangunan di Kota Palu rentan terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh pergeseran sesar tersebut.

Salah satu penyebab kerusakan bangunan akibat pergeseran sesar yaitu gempa. Hal inilah yang melatarbelakangi perencanaan struktur bangunan tahan gempa terus dikembangkan hingga saat ini. Proses perencanaan struktur bangunan tahan gempa sangat dipengaruhi oleh lokasi serta kondisi batuan. Sebagaimana diketahui bahwa getaran yang disebabkan oleh gempa cenderung membesar pada batuan lunak dibandingkan pada batuan keras atau padat.

Proses penentuan klasifikasi jenis batuan tersebut berdasarkan atas data batuan pada kedalaman hingga 30 m. Menurut Wangsadinata (2006), bahwa hanya lapisan-lapisan batuan sampai kedalaman 30 m saja yang menentukan pembesaran gelombang gempa. Sehingga perlu menganalisis kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 m di Kelurahan Talise dan mengetahui klasifikasi batuan berdasarkan kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 meter di wilayah Kelurahan Talise.

Nilai kecepatan gelombang geser pada kedalaman 30 meter (V_{s30}) ini digunakan sebagai penentuan parameter geoteknik dalam pembangunan infrastruktur. Sebagaimana diungkapkan oleh Roser dan Gosar (2010) nilai V_{s30} dapat dipergunakan dalam penentuan standar bangunan tahan gempa. Untuk mengetahui jenis batuan bawah permukaan dapat ditentukan dengan menggunakan metode geofisika.

Metode geofisika yang dapat mendeteksi kecepatan penjalaran gelombang geser hingga kedalaman 30 m (V_{s30}) adalah metode Refraksi Mikrotremor (ReMi), metode ini merekam penjalaran gelombang geser yang terjadi di bawah permukaan dengan menggunakan sensor

data dari sumber medan alami. Selain itu juga pengoperasional lapangan lebih efektif dan wilayah cakupan surveinya juga luas sehingga pengukuran dapat dilakukan dalam waktu yang singkat dengan hasil yang baik (Louie, 2001).

Gelombang geser merupakan gelombang bodi yang lebih lambat atau *S-wave*. Hal ini terjadi karena arah gerakan partikel tegak lurus terhadap arah rambatan gelombang (*wave propagation*). Setiap unit luasan pada gelombang sekunder mengalami tegangan geser.

Gelombang geser mendeformasi batuan dengan mengubah bentuk. Gelombang ini hanya dapat merambat pada padatan saja. Kecepatan perambatan gelombang geser lebih rendah dari pada gelombang longitudinal atau gelombang primer, dan ketika terjadi gempa, gelombang ini akan tercatat setelah gelombang primer, sehingga gelombang geser dinamakan gelombang sekunder (Susilawati, 2008).

V_{s30} merupakan kecepatan gelombang geser hingga pada kedalaman 30 m dari permukaan. Menurut Roser dan Gosar (2010) nilai V_{s30} ini dapat dipergunakan dalam penentuan standar bangunan tahan gempa. Nilai V_{s30} digunakan untuk menentukan klasifikasi batuan berdasarkan kekuatan getaran gempa bumi akibat efek lokal serta digunakan untuk keperluan dalam perancangan bangunan tahan gempa. V_{s30} merupakan data yang penting dan paling banyak digunakan dalam teknik geofisika untuk menentukan karakteristik struktur bawah permukaan hingga kedalaman 30 meter.

Menurut Wangsadinata, 2006 hanya lapisan-lapisan batuan sampai kedalaman 30 m saja yang menentukan pembesaran gelombang gempa. Nilai V_{s30} dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan (1).

$$V_{s30} = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m t_i / V_{s_i}} \quad (1)$$

Dengan i adalah indeks pelapisan, m adalah merupakan jumlah lapisan hingga kedalaman 30 meter, t_i adalah ketebalan lapisan ke- i dan V_{s30}

adalah kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 meter.

Vs30 merupakan parameter geoteknik yang sangat berguna untuk analisa gelombang seismik. Karakteristik atau sifat batuan sangat dibutuhkan untuk menganalisa sifat dinamis batuan, sehingga kekakuan batuan, dan kuat geser tanah dapat diketahui, dengan mengukur kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 m. Klasifikasi jenis batuan berdasarkan pada kecepatan rambat rata-rata gelombang geser hingga kedalaman 30 m (Vs30) terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Klasifikasi Jenis Batuan berdasarkan Uniform Building Code (UBC).

Tipe batuan	Profil Jenis Batuan	Vs30
A	Hard Rock (Batuan Keras)	> 1.500 m/s
B	Rock (Batuan Sedang)	760 - 1.500 m/s
C	Very Dense soil and soft rock (Tanah keras dan Batuan Lunak)	360 - 760 m/s
D	Stiff Soil (Tanah Sedang)	180 - 360 m/s
E	Soft Soil (Tanah Lunak)	< 180 m/s

Nilai Vs30 ini dapat dipergunakan untuk memperkirakan bahaya gempa bumi dan penentuan standar bangunan tahan gempa. Hal ini merupakan tahap dasar yang diperlukan untuk mengurangi resiko bencana gempa bumi, agar dapat menjadi salah satu tinjauan Pemerintah Daerah dalam mengatur tata ruang dan wilayah dalam pengembangan dan pembangunan yang akan dilakukan ke depannya (Roşer dan Gosar, 2010).

Mikrotremor merupakan gelombang seismik berukuran mikro yang memiliki sinkontinuitas durasi yang sangat lama. Mikrotremor merupakan noise periode pendek. Gelombang ini bersumber dari segala arah yang saling beresonansi (Stokoe, dkk., 1999).

Metode refraksi mikrotremor merupakan salah satu metode penting dan banyak dipakai dalam teknik geofisika untuk menentukan karakteristik struktur bawah permukaan. Pengukuran refraksi mikrotremor banyak dilakukan pada studi penelitian struktur tanah (*soil investigation*) untuk mengetahui keadaan bawah permukaan tanah hingga

kedalaman 100 m. Berdasarkan hasil pengukuran dapat diketahui sifat getaran dalam berbagai jenis lapisan tanah dan juga dapat ditentukan periodenya, jarak (*displacement*) dan kecepatan (*velocity*) dari lapisan tanah yang diselidiki (Louie, 2001).

2. METODE

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 14 Agustus 2014 di 4 lokasi. Lokasi penelitian berada di Wilayah Kelurahan Talise, Kecamatan Mantikulore. Posisi pengukuran berada pada ketinggian 20 meter sampai 102 meter di atas permukaan laut.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Dalam akuisisi data lapangan digunakan Satu set alat Seismograf Pasi MD 16S24P dengan detektor *geophone* 24 chanel. Pada pengukuran digunakan jarak 4 meter untuk setiap geophone dengan menggunakan 24 geophone sehingga total jarak dari satu Lintasan adalah 96 m. penentuan jarak disesuaikan dengan kondisi daerah penelitian. Pengukuran dilakukan sebanyak 6 Lintasan. Lintasan 1 dan 2 dilakukan di Lapangan Abadi, Lintasan 3 dan 4 di lakukan di Lapangan Jabal Nur, Lintasan 5 di lakukan di Mapolda Sulteng, sedangkan Lintasan 6 di lakukan di Sekolah Model Terpadu Madani.

Pengolahan data di lakukan untuk memperoleh penampang bawah permukaan pada lokasi penelitian. Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan Software *Wave Analysis Wizard* untuk mendapatkan kurva dispersi. Hasil kurva dispersi kemudian dilakukan inversi dengan

menggunakan program *WaveEq* untuk mendapatkan profil kecepatan gelombang geser yang ditampilkan dalam bentuk 1 dimensi.

Interpretasi data dilakukan dengan menganalisis profil kecepatan gelombang geser untuk menentukan struktur batuan bawah permukaan hingga kedalaman 30 m. Klasifikasi jenis batuan bawah permukaan dilakukan berdasarkan nilai kecepatan gelombang geser serta ketebalan setiap lapisan yang terbentuk hingga kedalaman 30 m dengan menggunakan Persamaan (1), dan mengacu pada Tabel (1).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dari proses pengambilan data adalah rekaman penjalaran gelombang geser pada lapisan bawah permukaan yang terekam pada seismograf. Gelombang yang terekam merupakan hubungan antara waktu yang dibutuhkan untuk merambat menuju lapisan batuan di bawah permukaan kemudian kembali memantul ke penerima gelombang di permukaan dan akan terekam melalui *geophone*.

Data yang diperoleh dalam domain waktu kemudian diubah ke domain frekuensi dengan menggunakan transformasi Fourier. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan kurva dispersi.

Profil kecepatan gelombang geser yang dihasilkan pada setiap Lintasan menunjukkan perbedaan jenis batuan atau material bawah permukaan. Hubungan antara kecepatan gelombang geser terhadap kedalaman yang dihasilkan merupakan parameter yang digunakan untuk menghasilkan nilai V_s30 . Selanjutnya dengan nilai V_s30 yang dihasilkan memungkinkan untuk dilakukan klasifikasi tingkat kerentanan batuan bawah permukaan daerah Kelurahan Talise.

Hasil interpretasi pada Lintasan 1 yang berada di Lapangan Abadi, menunjukkan bahwa berdasarkan nilai kecepatan gelombang geser untuk lapisan pertama ditafsirkan sebagai pasir tidak tersaturasi, sedangkan lapisan kedua, ketiga, dan keempat dapat ditafsirkan sebagai endapan alluvium. Berdasarkan nilai kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 m (V_s30) yang diperoleh adalah untuk Lintasan 1 nilai V_s30 yaitu 156,6 m/s. Dengan demikian wilayah Lapangan Abadi diklasifikasikan kedalam tipe E yaitu termasuk kedalam jenis tanah lunak.

Pada Lintasan 2 yang juga berada di wilayah Lapangan Abadi, hasil interpretasi data diperoleh nilai kecepatan gelombang geser pada setiap lapisan, yaitu untuk lapisan pertama ditafsirkan sebagai pasir tidak tersaturasi sedangkan lapisan kedua, ketiga, dan keempat ditafsirkan sebagai endapan alluvium. Sedangkan untuk nilai kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 m (V_s30) yang diperoleh untuk lintasan 2 nilai V_s30 adalah sebesar 129,1 m/s. Nilai V_s30 yang dihasilkan rendah sehingga wilayah Lapangan Abadi diklasifikasikan kedalam tipe E yaitu termasuk kedalam jenis tanah lunak.

Hasil interpretasi yang diperoleh pada Lintasan 3 yang terletak di Lapangan Jabal Nur menunjukkan lapisan pertama sampai lapisan keenam dapat ditafsirkan sebagai endapan alluvium. Nilai kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 m yang diperoleh yaitu untuk lintasan 3 adalah sebesar 243,6 m/s. Berdasarkan hasil tersebut sehingga wilayah Lapangan Jabal Nur diklasifikasikan kedalam tipe D yang termasuk kedalam jenis tanah sedang.

Lintasan 4 yang juga terdapat di Lapangan Jabal Nur, berdasarkan hasil interpretasi data yang diperoleh, untuk lapisan pertama sampai lapisan keenam ditafsirkan sebagai endapan alluvium. Nilai kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 m yang diperoleh yaitu nilai V_s30 yang dihasilkan adalah 208,0 m/s. Sehingga wilayah Lapangan Jabal Nur diklasifikasikan kedalam tipe D yang termasuk kedalam jenis tanah sedang.

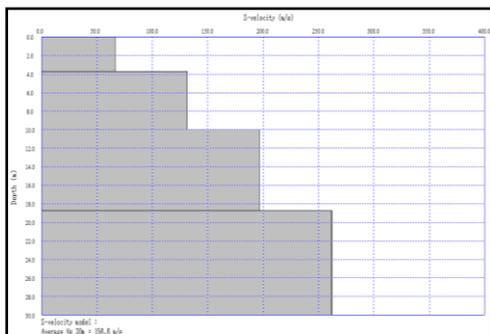
Pada Lintasan 5 yang terletak disamping Mapolda Sulteng, hasil interpretasi data diperoleh yaitu lapisan pertama dapat ditafsirkan sebagai pasir tidak tersaturasi, lapisan kedua sampai lapisan keenam ditafsirkan sebagai endapan alluvium. Berdasarkan nilai kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 m (V_s30) yang diperoleh yaitu sebesar 185,6 m/s, sehingga wilayah tersebut diklasifikasikan kedalam tipe D yaitu termasuk jenis tanah sedang.

Lintasan 6 yang terletak di Sekolah Model Terpadu Madani, hasil interpretasi data yang diperoleh maka dapat ditafsirkan sebagai berikut : lapisan pertama sampai lapisan kelima dapat ditafsirkan sebagai endapan alluvium. Nilai kecepatan gelombang geser hingga kedalaman

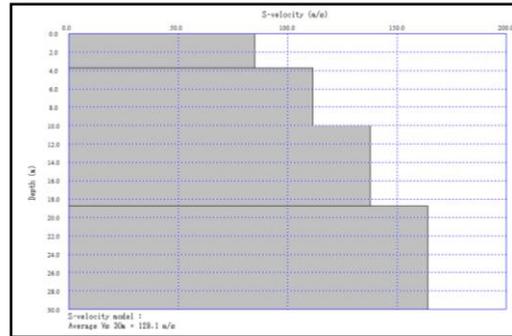
30 m yang diperoleh adalah sebesar 183,3 m/s. Dengan demikian wilayah Sekolah Model Terpadu Madani diklasifikasikan kedalam tipe batuan D yaitu termasuk jenis tanah sedang.

Nilai Vs30 yang diperoleh rendah hal ini karena pada dasarnya hampir seluruh wilayah Kelurahan Talise merupakan daerah dengan kondisi geologi berupa alluvium dan pasir sehingga wilayah Kelurahan Talise bisa dikatakan daerah yang rentan terhadap kerusakan akibat guncangan gempa.

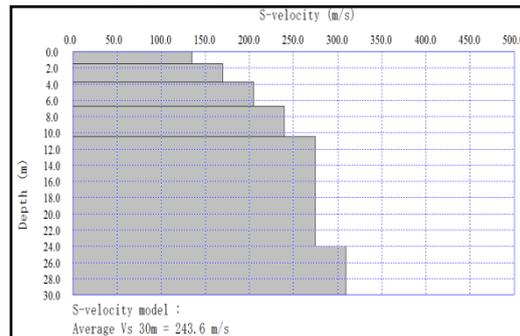
Sebagaimana diketahui bahwa getaran yang disebabkan oleh gempa cenderung membesar pada tanah lunak dibandingkan pada tanah keras. Tanah lunak akan memberikan respon getaran yang lebih tinggi ketika gempa bumi terjadi. Tanah lunak menimbulkan amplifikasi terhadap getaran yang terjadi, sehingga mudah mengalami kerusakan ketika gempa terjadi. Selanjutnya, untuk kepentingan geoteknik dalam pendirian gedung, lapisan tanah lunak dan lapisan tanah sedang perlu dilakukan rekayasa geoteknik. Rekayasa dilakukan untuk memperkeras batuan agar dapat digunakan sebagai dasar bangunan. Memperkeras batuan dapat dilakukan dengan cara memadatkan lapisan tanah tersebut dan dapat pula dicampuri dengan batu gamping.



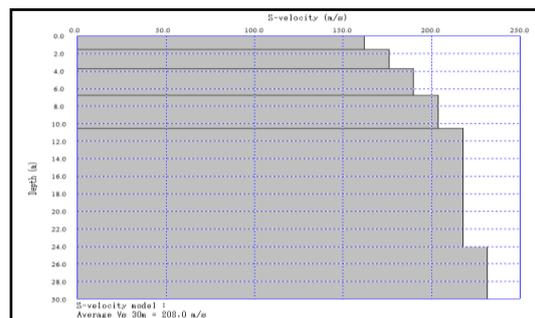
Gambar 1 Profil Kecepatan Gelombang Geser Lintasan 1



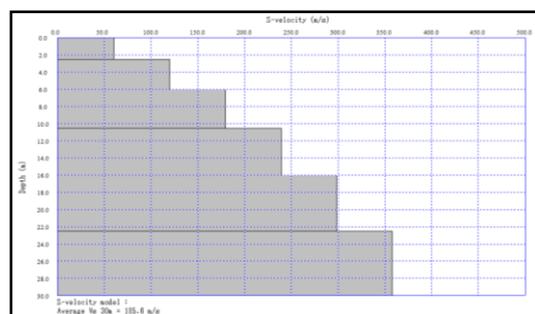
Gambar 2 Profil Kecepatan Gelombang Geser Lintasan 2



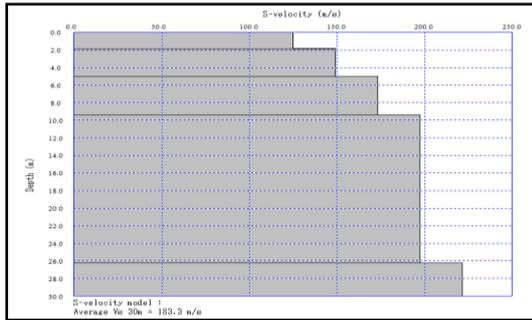
Gambar 3 Profil Kecepatan Gelombang Geser Lintasan 3



Gambar 4 Profil Kecepatan Gelombang Geser Lintasan 4



Gambar 5 Profil Kecepatan Gelombang Geser Lintasan 5



Gambar 6 Profil Kecepatan Gelombang Geser Lintasan 6.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan interpretasi dari hasil pengolahan data analisis gelombang geser Vs30 di Kelurahan Talise dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan hasil analisis gelombang geser hingga kedalaman 30 m (Vs30) diperoleh untuk Lintasan 1 dan Lintasan 2 yaitu pada lapisan pertama ditafsirkan sebagai pasir tidak tersaturasi sedangkan lapisan kedua, ketiga, dan keempat ditafsirkan sebagai endapan alluvium. Lintasan 3 dan Lintasan 4 untuk lapisan pertama sampai lapisan keenam ditafsirkan sebagai endapan alluvium. Lintasan 5 untuk lapisan pertama ditafsirkan sebagai pasir tidak tersaturasi, sedangkan lapisan kedua sampai lapisan keenam ditafsirkan sebagai endapan alluvium. Pada Lintasan 6 yaitu untuk lapisan pertama sampai lapisan kelima dapat ditafsirkan sebagai endapan alluvium.
2. Nilai Vs30 yang diperoleh, menunjukkan bahwa pada Lokasi penelitian Lapangan Abadi diklasifikasikan sebagai tipe batuan E yaitu termasuk tanah lunak. Sedangkan untuk Lapangan Jabal Nur, Mapolda Sulteng, dan Sekolah Model Terpadu Madani diklasifikasikan kedalam tipe batuan D yaitu termasuk jenis tanah sedang.

5. SARAN

Diharapkan adanya penelitian lanjutan mengenai Vs30 dengan cakupan daerah penelitian yang lebih luas lagi agar dapat mengetahui bahaya seismik sekaligus dapat memprediksi kerusakan yang mungkin terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Louie, J.N., 2001, *Faster, Better: Shear-wave velocity to 100 meters depth from refraction microtremor arrays*, Bulletin of the Seismological Society of America.
- Rošer, J. and Gosar, A, 2010, *Determination of Vs30 for seismic ground classifications in the Ljubljana area*, Slovenia, Acta Geotechnica Slovenia.
- Susilawati, 2008, *Penerapan Penjalaran Gelombang Seismik Gempa Pada Penelahan Struktur Bagian Dalam Bumi*, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
- Stokoe II, K.H., Rosenblad, B., Rathjeand, E.M., 1999, *Shear Wave Velocity Profiling by the SASW Method at Selected Strong-Motion Stations in Turkey*, University of Texas at Austin.
- Wangsadinata, W. (2006). *Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Berdasarkan SNI 1726-2002*. Shortcourse HAKI 2006. Jakarta.
- Widodo, P., 2012, *Seismologi Teknik & Rekayasa Kegempaan*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.