

## IDENTIFIKASI ZONA LEMAH BIDANG GELINCIR MENGGUNAKAN METODE SEISMIC REFRAKSI TOMOGRAFI

<sup>1</sup>Ruslan Hasani\*, <sup>2</sup>Piter Lepong

<sup>1,2</sup>Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

<sup>1,2</sup>Laboratorium Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

\*Corresponding Author: *ruslanhasani17@gmail.com*

### ABSTRACT

This research was performed to identify the lithology of weak zone as a surface of the landslide based on seismic velocity of seismic refraction tomography. The research was conducted on the main road of Tenggarong-Kutai Barat and also on the road of Samarinda-Tenggarong, in Kalimantan Timur. Data acquisition was conducted in one line travel with nine shot point in the same interval. This method used the picking first break of the seismic trace. This travel time as send input data of the Rayfract software of processing of seismic refraction tomography. The processed data shown the image of the seismic velocity of subsurface. The slip surface is interpreted from the boundry of sandstone and clay with velocity of (400 m/s - 1000 m/s) and of (1000 m/s -2500 m/s) respective. The identification on each revealed the types of rock in the study area.

**Keywords:** Seimic Refraction, Velocity, Frist Break, Weak Zone

### 1. PENDAHULUAN

Bencana alam adalah salah satu fenomena yang dapat terjadi setiap saat, dimanapun dan kapanpun sehingga menimbulkan risiko atau bahaya terhadap kehidupan manusia, baik kerugian harta benda maupun korban jiwa manusia. Bencana tanah longsor merupakan salah satu bencana alam geologi yang dapat menimbulkan korban jiwa dan kerugian material yang sangat besar, seperti terjadinya pendangkalan, terganggunya jalan lalulintas, rusaknya lahan pertanian, pemukiman, jembatan, saluran irigasi dan prasarana fisik lainnya.

Longsor merupakan salah satu bencana alam yang terjadi karena faktor alam maupun faktor buatan oleh manusia. Faktor alam itu sendiri dapat berupa hujan tiada henti sehingga dapat mengikis tanah yang mengakibatkan terjadinya longsor atau karena litologi bawah permukaan yang berupa lapisan kedap air dan lain

sebagainya yang terjadi di luar kehendak manusia. Sedangkan faktor buatan manusia dapat berupa penebangan hutan secara liar sehingga memungkinkan tidak adanya akar pohon yang menopang suatu lereng yang mengakibatkan terjadinya longsor atau karena penggalian bahan tambang di daerah miring secara berlebihan dan lain sebagainya yang terjadi karena rencana dan tindakan manusia yang merusak lingkungan.

Permukaan bumi, dapat ditentukan berdasarkan penjalaran gelombang seismik didalamnya. Prinsipnya adalah signal dalam domain waktu yang diketahui untuk menghasilkan gelombang seismik yang menempuh lapisan bawah permukaan direfleksikan atau direfraksikan kembali ke permukaan dimana signal dapat dideteksi (Reynold, 1997).

Oleh karena itu perlunya dilakukan penelitian untuk mengetahui zona lemah bidang gelincir berdasarkan penjalaran gelombang seismik, dimana besarnya

gelombang dapat diketahui dengan menggunakan metode seismik refraksi sehingga secara efektif dapat memperoleh hasil yang diharapkan, yang nantinya dapat memberikan informasi kepada Dinas atau Instansi yang terkait dengan penanggulangan bencana tentang bahaya potensi longsor yang dapat merugikan masyarakat sekitar daerah penelitian.

## 2. TEORI

Bila gelombang elastik yang menjalar dalam medium bumi menemui bidang batas perlapisan dengan elastisitas dan densitas yang berbeda, maka akan terjadi pemantulan dan pembiasan gelombang tersebut. Bila kasusnya adalah gelombang kompresi (gelombang P) maka terjadi empat gelombang yang berbeda yaitu, gelombang P-refleksi ( $PP_1$ ), gelombang S-refleksi ( $PS_1$ ), gelombang P-refraksi ( $PP_2$ ), gelombang S-refraksi ( $PS_2$ ). Dari Hukum Snellius yang diterapkan pada kasus tersebut diperoleh :

$$\frac{V_{P1}}{\sin i} = \frac{V_{P1}}{\sin \theta_P} = \frac{V_{S1}}{\sin \theta_S} = \frac{V_{P2}}{\sin r_P} = \frac{V_{S2}}{\sin r_S} \quad (1)$$

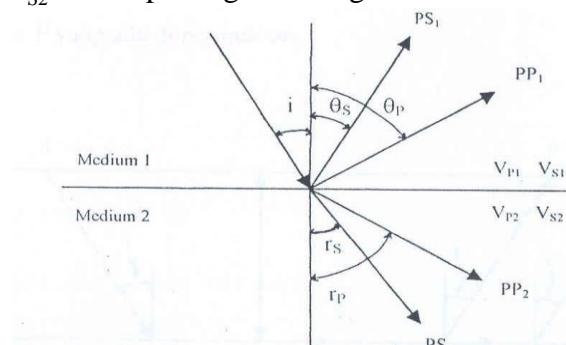
dimana :

$V_{P1}$  = Kecepatan gelombang-P di medium 1

$V_{P2}$  = Kecepatan gelombang-P di medium 2

$V_{S1}$  = Kecepatan gelombang-S di medium 1

$V_{S2}$  = Kecepatan gelombang-S di medium 2



Gambar 1: Pemantulan dan pembiasan gelombang [12]

Prinsip utama metode seismik refraksi adalah penerapan waktu tiba pertama gelombang P, baik gelombang langsung maupun gelombang refraksi. Mengingat kecepatan gelombang P lebih besar daripada gelombang seismik lainnya maka kita hanya memperhatikan gelombang P.

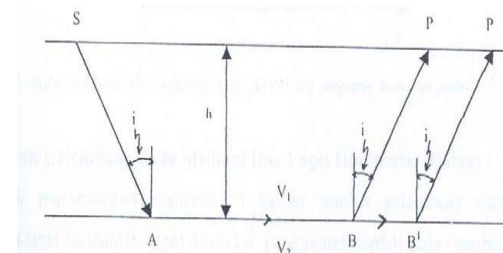
Dengan demikian antara sudut datang dan sudut bias menjadi :

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{V_1}{V_2} \quad (2)$$

Pada pembiasan sudut kritis  $r = 90^\circ$  sehingga persamaan menjadi :

$$\sin i = \frac{V_1}{V_2} \quad (3)$$

Hubungan ini digunakan untuk menjelaskan metode pembiasan dengan sudut datang kritis. Gambar 2.15 memperlihatkan gelombang dari sumber S menjalar pada medium  $V_1$ , dibiaskan kritis pada titik A sehingga menjalar pada bidang batas lapisan. Dengan menggunakan Prinsip Huygens pada bidang batas lapisan, gelombang ini dibiaskan ke atas setiap titik pada bidang batas itu sehingga sampai ke detektor P yang ada di permukaan. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. sebagai berikut :

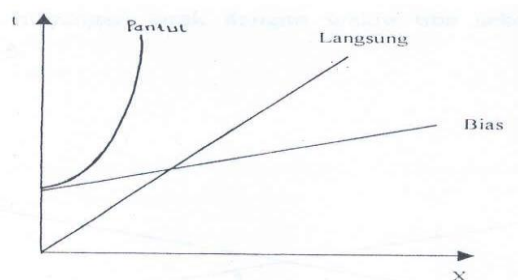


Gambar 2: Pembiasan dengan sudut kritis (Susilawati, 2004)

Jadi gelombang yang dibiaskan di bidang batas yang datang pertama kali di titik P pada bidang batas di atasnya adalah gelombang yang dibiaskan dengan sudut datang kritis (Susilawati, 2004).

Bila dibandingkan waktu tempuh gelombang langsung, bias dan pantul maka pada jarak relatif dekat  $T_L < T_B < T_P$ , dengan  $T_L$ ,  $T_B$ , dan  $T_P$  berturut-turut adalah

waktu tempuh gelombang langsung, bias dan pantul. Sedangkan pada jarak yang relatif jauh  $T_B < T_L < T_P$ . Jelas bahwa gelombang pantul akan sampai di titik penerima dalam waktu yang paling lama.



Gambar 3: Hubungan jarak dan waktu tempuh gelombang langsung, pantul, dan bias (Susilawati, 2004).

Tomografi merupakan suatu teknik khusus yang digunakan untuk mendapatkan gambaran dalam dari suatu obyek benda padat tanpa memotong atau mengirisnya. Caranya dengan melakukan pengukuran-pengukuran di luar obyek tersebut dari berbagai arah kemudian merekonstruksinya. Tomografi seismik memerlukan cara tersendiri karena ada keterbatasan dalam melakukan proyeksi. Lapisan-lapisan batuan yang berada di bawah permukaan bumi tidak dapat diproyeksikan ke segala arah. Selain itu gelombang seismik sebagai sinar yang dipakai untuk membuat proyeksi juga memiliki keterbatasan dalam penanganannya (Boko, 2011).

### 3. METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama kurang lebih 3 bulan, yang dimulai dari bulan September 2016 sampai bulan November. Lokasi penelitian terletak di Jalan Poros Tenggarong – Kutai Barat, Samarinda - Tenggarong, Kalimantan Timur.

Prosedur Penelitian ini diawali dengan tahap persiapan yaitu menyiapkan peta geologi daerah penelitian dan melakukan kajian kepustakaan mengenai teori-teori yang mendukung penelitian,

survei geologi dan survei geofisika ke daerah pengambilan data untuk menentukan lintasan pengambilan data yang akan dilakukan, menentukan panjang lintasan dan koordinat geografis lintasan menggunakan GPS (*Global Position System*), serta mengetahui struktur geologi daerah pengukuran. Tahap survei geologi ini dilakukan untuk mengetahui jenis formasi dan lapisan batuan yang ada di daerah penelitian agar dapat menginterpretasi jenis batuanya, juga untuk memperoleh arah *strike* dan *dip* yang digunakan untuk menentukan arah lintasan maupun arah perlapisan bawah permukaan. Selain itu, pada tahap ini penulis juga mempersiapkan semua instrumen dan alat yang dibutuhkan pada saat pengambilan data nantinya.

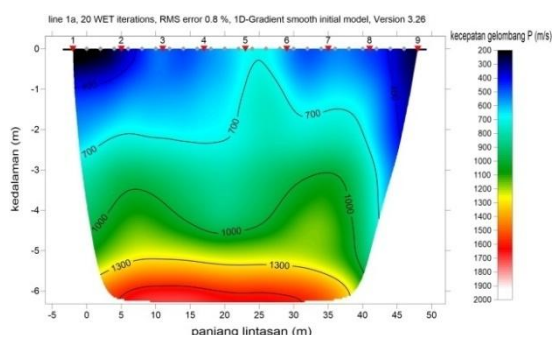
### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, data yang diperoleh dari *Seismograph* DAQlink III dengan 24 *geophone* adalah data gelombang atau *trace* dari perbandingan jarak terhadap waktu. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak (*software*) *Vibrascope* yang kemudian data yang diambil akan melalui proses *stacking*, dan disimpan dalam bentuk format \*.SEGY atau \*.SEG2.

Akuisisi data seismik refraksi tomografi di lapangan dilakukan dengan teknik *in line*, yaitu dengan menyusun *geophone* dan sumber (*source*) gelombang yang disusun dalam satu garis lurus. Pada lokasi 1 dilakukan dengan bentangan sebanyak 3 lintasan dengan spasi 2 meter pada tiap antar *geophone*, panjang lintasan masing-masing 46 meter. Untuk lokasi 2 dilakukan bentangan sebanyak 2 lintasan dengan spasi antar *geophone* masing-masing lintasan 2 meter dan 1 meter, panjang masing-masing lintasan 46 meter dan 23 meter.

Peroses pengolahan data dilakukan dengan menggunakan bantuan *Software Rayfract* untuk proses pengolahan *Picking first time break* (penentuan gelombang

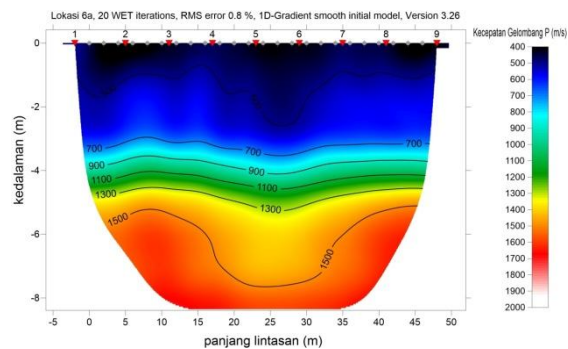
primer) dan *Software Surfer 11* untuk menghasilkan penampang 2 dimensi (2D) tomografi lapisan bawah permukaan beserta nilai kedalaman dan kecepatan. Penampang tersebut terdiri dari beberapa warna yang berbeda-beda. Perbedaan warna ini menunjukkan variasi nilai *velocity* di bawah permukaan bumi, menunjukkan jenis batuan yang ada di bawah permukaan bumi, dan menunjukkan nilai kekerasan batuan di bawah permukaan bumi. Penampang model 2D ini kemudian diinterpretasikan dengan cara membandingkan nilai *velocity* gelombang P dan kondisi geologi lokasi pengukuran.



Gambar 4: Hasil Tomografi Pengambilan Data Lintasan 1 Lokasi Pertama

Hasil tomografi pada Gambar 4. menunjukkan rentangan nilai *velocity* dari 200 m/s sampai dengan 2000 m/s. Hasil pengukuran di lintasan 1 diperkirakan mendapatkan kedalaman sekitar 6 meter.

Dari hasil tomografi pada lintasan 1 diperkirakan lapisan pertama pada kedalaman 0 sampai 5 meter memiliki nilai *velocity* sekitar 200 m/s sampai dengan 1000 m/s diinterpretasikan sebagai lapisan batupasir tak jenuh (*sand unsaturated*) sebagai zona pelapukan (*weathered layered*), lapisan kedua pada kedalaman 5 sampai 6 meter memiliki nilai *velocity* sekitar 1000 m/s sampai 1800 m/s diinterpretasikan sebagai batulempung (*clay*).



Gambar 5: Hasil Tomografi Pengambilan Data Lintasan 1 Lokosi Kedua

Hasil tomografi pada Gambar 5. menunjukkan rentangan nilai *velocity* dari 400 m/s sampai dengan 2000 m/s. Hasil pengukuran di lintasan 1 diperkirakan mendapatkan kedalaman sekitar 8 meter. Dari hasil tomografi pada lintasan 1 diperkirakan lapisan pertama pada kedalaman 0 sampai 4 meter memiliki nilai *velocity* sekitar 400 m/s sampai dengan 1100 m/s diinterpretasikan sebagai lapisan batupasir tak jenuh (*sand unsaturated*) sebagai zona pelapukan (*weathered layered*), lapisan kedua pada kedalaman 4 sampai 8 meter memiliki nilai *velocity* sekitar 1100 m/s sampai 2000 m/s diinterpretasikan sebagai batulempung (*clay*).

Pada lokasi pertama terdapat adanya zona lemah dan keberadaan bidang gelincir, yakni pada lintasan 1, lintasan 2, dan lintasan 3, dengan cepat gelombang seismik refraksi antara 200 m/s – 2500 m/s. Oleh Karena itu pada lokasi pertama memiliki potensi adanya longsor. Keberadaan bidang gelincir tersebut berada pada kedalaman 5 meter. Dugaan arah longsor pada lokasi pertama adalah kearah Utara dengan jenis longsor translasi.

Sedangkan pada lokasi kedua juga terdapat adanya zona lemah dan bidang gelincir pada lintasan 1 dan lintasan 2, dengan cepat rambat gelombang seismik refraksi diantara 300 m/s – 2000 m/s. Lokasi kedua diduga adanya potensi longsor. Keberadaan bidang gelincir pada lokasi kedua berada pada kedalaman 5 meter. Dengan dugaan arah longsor

adalah kearah Timur dengan jenis longsor translasi.

## 5. KESIMPULAN

Pada lokasi pertama dan lokasi kedua terdapat adanya zona lemah dan bidang gelincir longsor dengan kedalamannya sekitar 5 meter pada setiap lintasannya, dengan cepat rambat gelombang seismik refraksi pada lapisan pertama (200 m/s – 1000 m/s ) dan pada lapisan kedua (1000 m/s – 2500 m/s). lapisan pertama berupa batupasir tak jenuh (*unsaturated*) sebagai zona pelapukan (zona Lemah) dan pada lapisan kedua berupa batulempung (*clay*) sebagai bidang gelincir.

Penyebab terjadinya longsor didaerah penelitian adalah karena struktur lapisan yang terdiri dari batupasir tak jenuh yang bersifat erosif, selian itu longsor juga dapat disebabkan karena terdapatnya bidang gelincir berupa lapisan batulempung yang kedap air dengan sudut kecuraman lereng, serta kurangnya vegetasi yang terdapat di lokasi penelitian. Longsor pada penelitian ini tergolong jenis longsor translasi yang arah longornya menuju kearah utara (lokasi pertama) dan kearah timur (lokasi kedua).

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akyas, 2007. *Pemodelan Gelombang Seismik Untuk Memvalidasi Interpretasi Data Seismik Refraksi*. Skripsi Program Studi Teknik Geofisika Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan Institut Teknologi Bandung.
- [2] Boko,Nurdiyanto. 2011. *Penentuan Tingkat Kekerasan Batuan Menggunakan Metode Seismik Refraksi*. Vol. 12 No. 3 Desember 2011: 211- 220. Jurnal Meteorologi dan Geofisika : BMKG dan UGM.
- [3] Burger, H. R. 1992. *Exploration Geophysics of The Shallow Subsurface*. Prentice Hall P T R.
- [4] Effendi, Ahmad Danil, 2008. *Identifikasi Kejadian Longsor dan Penentuan Faktor-Faktor Utama Penyebabnya*. Bogor : IPB.
- [5] Halliday, David, Resnick, Robert dan Walker, Jearl, 2009. *Dasar-Dasar Fisika Jilid I Versi Diperluas, Terjemahan Syarifudin, S.T.* , Tangerang : Binarupa Aksara.
- [6] Kiswarasari, primalailia. 2013. *Aplikasi metode seismik refraksi untuk mendeteksi potensi longsor*.Semarang : UNNES.
- [7] Reynold, M.J. 1997. *An Introduction To Applied and Environmental Gheophysics*. Jonh Wiley & Son Ltd. England.
- [8] Setiawan, B. 2008. *Pemetaan tingkat kekerasan batuan menggunakan metode seismik refraksi*. Depok : Universitas Indonesia.
- [9] Soedrajat Gatot, M., 2008. *Bencana Gerakan Tanah Di Indonesia*. Bandung : Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi.
- [10] Susilawati, 2004. *Seismik Refraksi (Dasar Teori dan Akuisisi Data)*. FMIPA : Universitas Sumatra Utara.
- [11] Suswandi, Iwan, 1997. *Pendugaan Struktur Lapisan Bumi Dengan Metode Seismik Bias*.Yogyakarta : UGM.
- [12] Telford, Geldart dan Sheriff, 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. United States Of America : Cambridge University Press.