IDENTIFIKASI BIDANG GELINCIR MENGGUNAKAN METODE SEISMIK REFRAKSI

(Studi Kasus: Jalan lintas Kab. Bener Meriah dan Kab. Aceh Tengah)

Zul Fadhli[1*], Muhammad Syukri[2], Sabrian Tri Anda[3]
[1]Program Studi Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Indonesia
[2]Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala, Indonesia
[3]Program Studi Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Indonesia
**Co-Author* : *zulfadhli@unsyiah.ac.id*

ABSTRAK

Secara geomorfologi, daerah Gayo mempunyai lembah yang curam dan perbukitan yang terjal. Prasarana jalan tersedia juga berada di tebing perbukitan dan juga dilembah. Kondisi tersebut menyebabkan prasarana jalan menjadi lebih rentan terhadap longsor sehingga menghambat lajunya aktifitas ekonomi masyarakat. Bidang longsor tersebut terjadi karena adanya bidang lemah yang kemudian berubah menjadi lapisan jenuh air yang terletak diatas lapisan kedua. Lapisan kedua tersebut berperan sebagai bidang gelincir yang mempunyai porositas lebih kecil. Penelitian dengan menggunakan metode seismik refraksi 2D digunakan untuk mengindetifikasi litologi bawah permukaan dan bidang gelincir berdasarkan cepat rambat gelombang seismik. Penelitian ini dilakukan pada dua lokasi yaitu, Jl. KKA-Bener Meriah dan Jl.Takengon-Bintang. Masing-masing kawasan memiliki panjang lintasan 120 meter dengan spasi geophone 5 meter. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui litologi bawah permukaan dan mengidentifikasi bidang gelincir dengan menggunakan alat seismograph PASI. Pemrosesan data lapangan dilakukan dengan menggunakan software ZondST2D. Hasil pengukuran seismik refraksi 2D pada lokasi 1 (satu) menunjukan adanya zona lemah dilapisan pertama dan keberadaan bidang gelincir pada kedalaman 3 meter dengan jenis batuan sedimen klastik (Vp 1300 m/s). Pada lokasi 2 (dua) keberadaan bidang gelincir berada pada lapisan kedua dengan kedalaman 7 meter dan dengan jenis batuan gamping (Vp 1200 m/s). Bidang gelincir tersebut mempunyai nilai kecpatan gelombang Vp yang sangat kontras dengan lapisan pertama dan akan menjadi media *sliding plane* untuk lapisan pertama.

Kata Kunci: *Seismik refraksi, Lithologi, Bidang Gelincir, Longsor, Gayo*

1. PENDAHULUAN

Akses untuk mencapai ke wilayah tengah aceh (Aceh tengah, Bener Meriah) paling banyak dilalui melalui jalur darat. Jalur jalur tersebut yang sudah tersedia adalah melalui Kabupaten Bireun dan jalur Sumatera Utara - Kutacane- Aceh Tengah. Jalur-jalur ini dikategorikan sebagai jalur utama yang dibutuhkan oleh masyarakat dan wisatawan yang berkunjung ke kota ini. Kedua kota ini merupakan salah satu destinasi wisata yang berada di Provinsi Aceh dengan keberadaan danau laut tawar serta daerah dengan penghasil kopi terbaik (Bappeda, 2019). Kedua jalur akses tersebut melewati daerah yang berbukit, berkelok dan memiliki kemiringan yang curam sehingga sering menyebabkan longsoran badan jalan dan penutupan akses. Bencana tanah longsor pernah terjadi di ruas Jalan Takengon-Bintang pada 5 April 2019 serta di Jalan KKA Lintas Bener Meriah–Aceh Utara pada 6 Desember 2020 yang mengakibatkan akses transportasi menjadi terhambat (Serambi, 2020).

Tanah longsor adalah bencana alam yang dapat terjadi secara alamiah, namun bencana ini juga dapat terjadi akibat aktivitas manusia itu sendiri (Subowo, 2003). Ketika aktivitas manusia ini beresonansi dengan kerentanan dan kondisi alam, hal ini akan memicu terjadinya tanah longsor. Aktivitas tersebut adalah penebangan pohon secara serampangan di daerah lereng, penambangan bebatuan, tanah atau barang tambang yang menimbulkan ketidakstabilan pada lereng, daya serap dan daya ikat yang berkurang (Darsono,2012). Indikator terjadinya longsor salah satunya terdapat bidang gelincir (*slip surface*) atau bidang geser (*shear surface*) (Pareta, 2012). Bidang gelincir berada diantara bidang yang stabil (*bedrock*) dan bidang yang bergerak (Priyantari & Suprianto,2009). Bidang gelincir ini mempunyai sifat kedap air/*impermeable*. Material yang terdapat diatasnya menyerap air sehingga menjadi jenuh sampai menembus ke lapisan tersebut. Bidang gelincir tersebut akan menjadi media penggerak bagi material yang ada diatasnya (Paimin, 2009; sutikno, 2002). Pengidentifikasian lapisan ini dengan cepat dapat dilakukan dengan penerapan metode geofisika aktif seperti metode seismik refraksi. Konsep dasar dari metode ini adalah gelombang akan dibiaskan dengan waktu yang cepat ketika melewati lapisan yang padat dan akan dibiaskan secara lambat ketika melewati lapisan yang tidak padat. Dapat diketahui bahwa, bidang gelincir mempunyai sifat yang

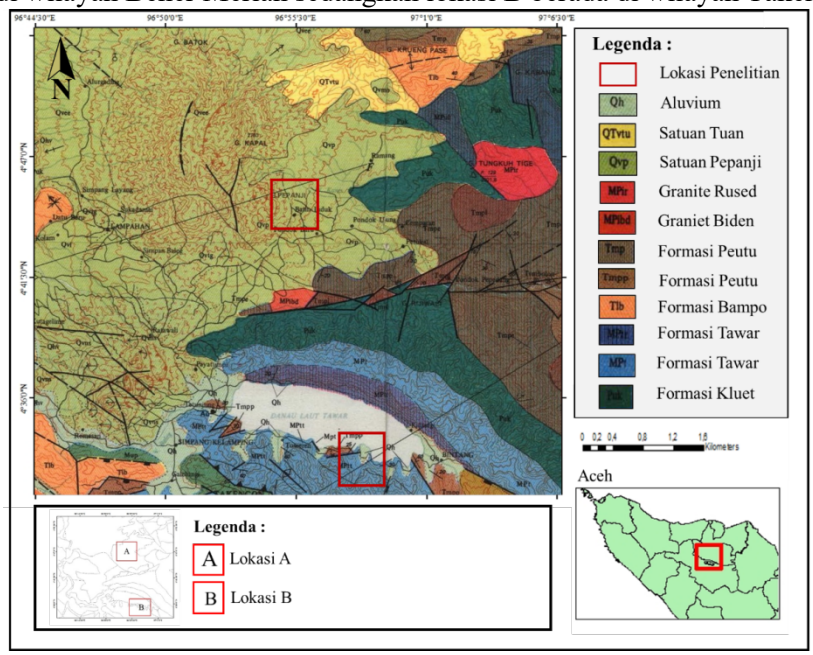
padat dan porositas yang kecil, sehingga dapat dikenali dengan sangat baik dari hasil penampang cepat rambat gelombang (Telford, 1990).

Beberapa penelitian tentang aplikasi metode seismik terkait bencana tanah longsor pernah dilakukan. Larasati, dkk (2018) melakukan penelitian dengan menggunakan metode seismik refraksi di Bantul, Yogyakarta, yang bertujuan untuk mendapatkan litologi batuan penyusun. (Zeffry,2018) menggunakan metode seismik refraksi untuk mengidentifikasi potensi tanah longsor di Desa Neuhen, Aceh Besar. Hasil penelitian tersebut berhasil menunjukkan stuktur lapisan dan jenis batuan di bawah permukaan. Metode seismik refraksi juga pernah digunakan untuk mendapatkan lapisan relatif kedap air (*bedrock*) sebagai parameter kelongsoran suatu daerah (Priyantari & Suprianto, 2009).

2. METODE PENELITIAN

Geology dan topography

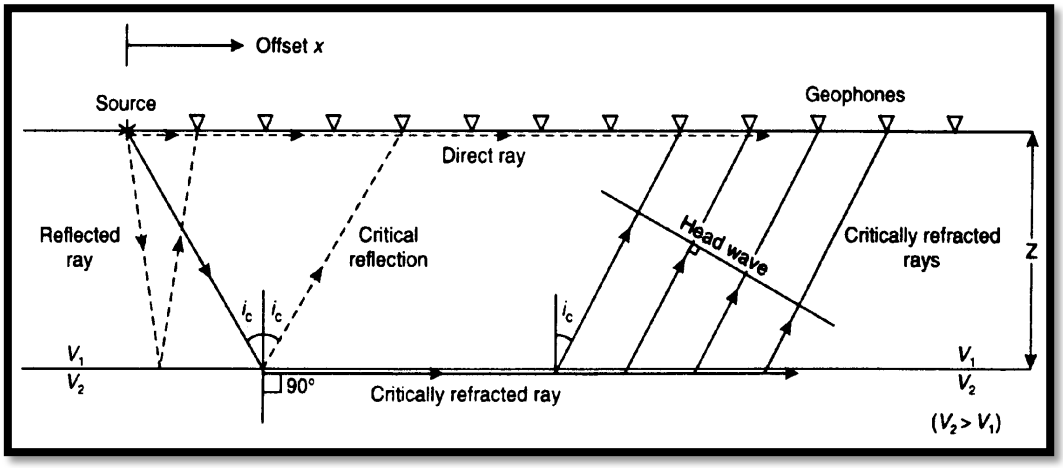
Secara regional, Provinsi Aceh terletak pada Zona Barat Sesar Sumatera. Sesar ini terbentuk akibat adanya zona subduksi antara lempeng Indo-Australia yang menujam kebawah lempeng Eurasia dengan *slip-rate* sebesar 5 cm/Tahun (McCaffrey, 2009; Bolt, 1999). Dataran tinggi Gayo yang terletak di Kabupaten Bener meriah dan Aceh Tengah adalah kawasan yang terletak pada zona patahan dengan topografi yang berbukit dan *stiff cliff* atau terjal. Kawasan ini memiliki topografi dengan ketinggian 0–2.954 mdpl. Menurut Peta Geologi, diterbitkan oleh Cameron dk. (1983), dataran Tinggi Gayo memiliki variasi batuan yang terdiri dari endapan aluvium, satuan Tuan, Formasi Pepanji, Granite Rused, Granite Biden, Formasi Tawar, Formasi Kluet, Formasi Peutu Dan Formasi Bampo. Pada penelitian ini pengukuran dilakukan pada dua lokasi A dan B. Lokasi A berada di wilayah Bener Meriah sedangkan lokasi B berada di wilayah Takengon (Gambar 2.1)



Gambar 2.1 Peta Geologi Dataran Tinggi Gayo (Modifikasi Cameron *et.,al*, 1983)

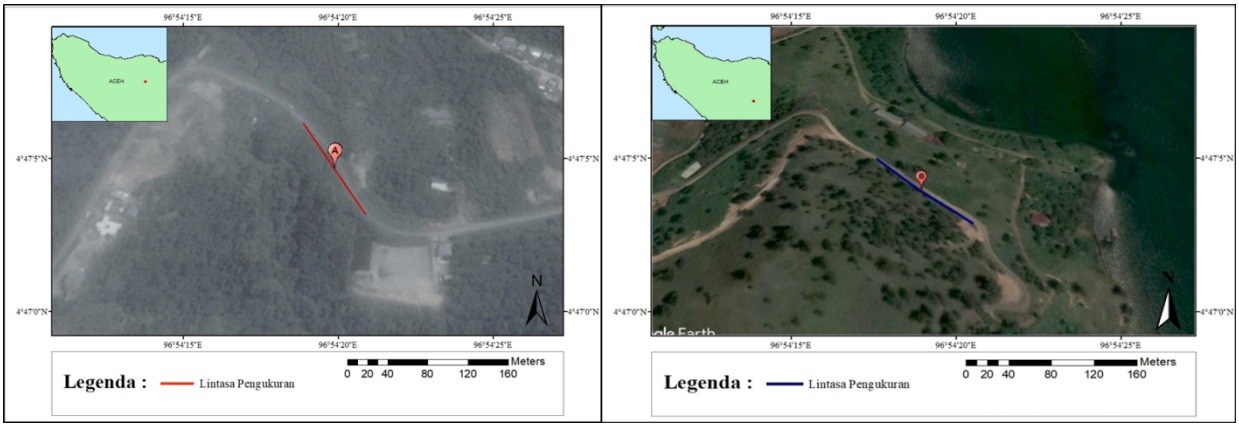
Metodologi

Metode seismik refraksi (bias) adalah metode yang memanfaatkan penjalaran gelombang seismik dibawah permukaan bumi. Gelombang seismik dihasilkan oleh getaran yang akan dideteksi oleh *geophone* yang kemudian ditransmisikan ke seismograph Pasi 16S-24P untuk direkam. Kecepatan gelombang seismik (Vp) dibawah permukaan memiliki distribusi nilai dan model terhadap kedalaman. Vp dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti litologi, densitas batuan, porositas, kedalaman, tekanan, umur batuan dan temperatur (Sheriff dan Geldart, 1995). Semakin besar nilai densitas batuan tersebut dan porositasnya semakin kecil, perjalaran gelombang tersebut akan semakin cepat, juga sebaliknya jika porositas besar dan densitas kecil maka rambatan gelombang tersebut akan semakin lambat. Cepat dan lambat rambatan gelombang tersebut akan menetukan jenis batuan atau susunan perlapisan bawah permukan (Reynolds, 1997). Metode ini memiliki prinsip dasar yaitu pada saat gelombang tersebut merambat disuatu medium dibawah permukaan, kecepatan penjalaran gelombang akan memiliki perbedaan (kontras) dan arah rambat gelombang juga akan berubah menuju ke medium yang baru (Gambar 2.2).



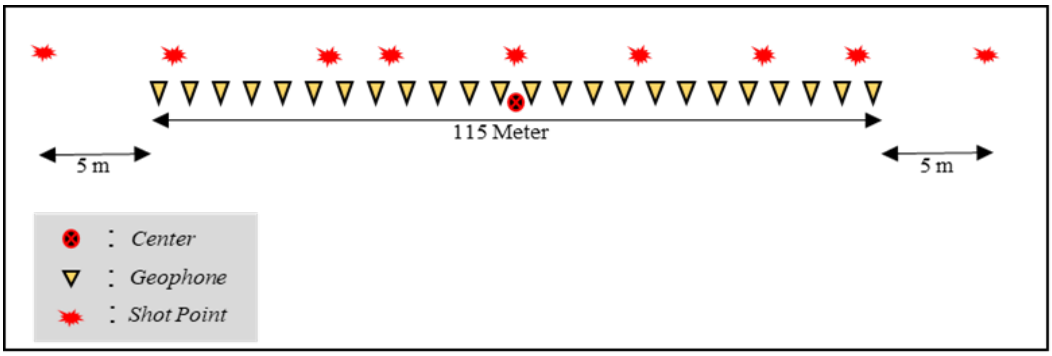
Gambar 2.2 Prinsip perambatan gelombang Seismik Refraksi, modifikasi (Reynolds,1997)

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu pengambilan data di lapangan, pengolahan data, dan interpretasi data. Pengambilan data dilakukan pada 2 lintasan pengukuran yang berbeda, lintasan pertama berada di Jl. KKA Kabupaten Bener Meriah, Aceh (Gambar 2.3 (a)) dan lintasan kedua berada di Jl.Takengon-Bintang, Kabupaten Aceh Tengah, Aceh (Gambar 2.3 (b)).



Gambar 2.3. a) Lintasan Pengukuran di JL.KKA-Bener Meriah Kab.Bener Meriah, b) Lintasan pengukuran di Jl.Takengon-Bintang Kab. Aceh Tengah.

Geometri penelitian ini terdiri dari panjang lintasan pengukuran masing-masing 115 meter dan spasi antar *geophone* yaitu 5 meter. Konfigurasi lokasi sumber penembakan (*Shootpoint*) yang digunakan pada pengukuran ini yaitu 9 titik penembakan. 2 titik di *endshot* dengan spasi masing-masing 5 m dan 7 titik penembakan lainnya dilakukan didalam lintasan tersebut (*inline*), yaitu diantara *geophone* 1 dan 2, diantara 6 dan 7, diantara 8 dan 9, diantara 12 dan 13 (*center*), diantara 16 dan 17, diantara 20 dan 21, serta diantara 23 dan 24. Sketsa susunan *shotpoint* ditampilkan pada gambar 2.4. Sumber gelombang tersebut dihasilkan dari *Sledgehammer* 12 Lb yang kemudian dipukul pada plat besi yang diletakkan disamping *trigger geophone* sehingga akan memicu gelombang seismik untuk dapat dideteksi oleh *geophone*. Setiap titik penembakan dilakukan 10 kali perulangan atau *stacking* untuk memperoleh data yang kontras terhadap gangguan (*noise*) yang terekam.



Gambar 2.4 Sketsa Lintasan Pengukuran

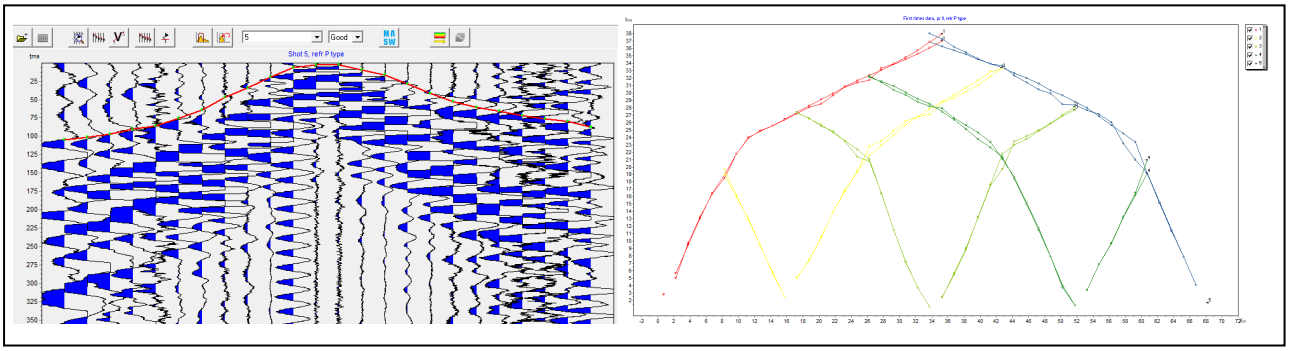
Pengolahan data seismik refraksi ini menggunakan software Zondst2D. Tahapan secara umum yaitu melalui proses *filtering, picking fisrt arrival time* dan inversi yang hasil akhir merupakan penampang 2D.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Akuisisi data pada penelitian ini dilakukan pada lokasi yang potensial akan terjadi longsor dengan memperhatikan kondisi pada permukaan jalan. Posisi geografis ditampilkan pada tabel 3.1. Data yang di dapatkan melalui seismograph PASI dengan 24 geophone meliputi gelombang sesimik atau *trace* dari perbandingan jarak terhadap waktu. Data seismik tersebut berupa data dengan ekstensi SEGY yang kemudian di konversikan dalam format SEG2 yang selanjutnya dibuka/*read* menggunaknan software Zondst2D. Proses *picking fisrt arrival time* adalah langkah selanjutnya yang menghasilkan kurva T-X sebelum dilakukan inversi (Gambar 2.5). Inversi akan menghasilkan penampang yang terdiri dari gradasi warna yang menunjukan variasi nilai velositas, litologi batuan, dan kedalaman bidang batas antara lapisan batuan di bawah permukaan bumi.

Tabel 3.1 Posisi Geografis Lintasan Pengukuran

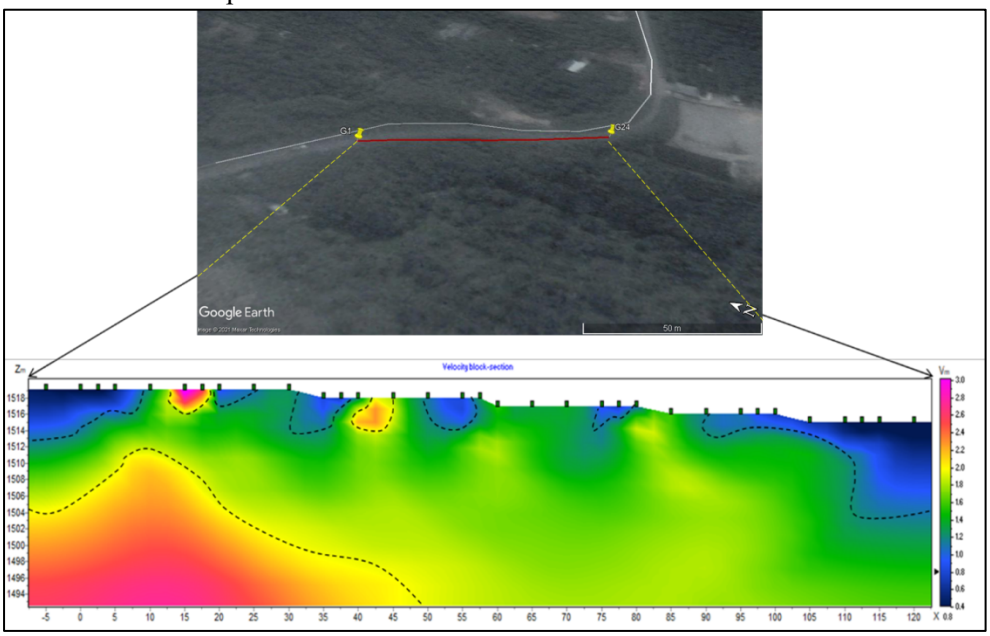
Lintasan	*Geophone*	Koordinat		Keterangan
		Latitude	Longitude	
L1	G1	4.785045°	96.905238°	Kabupaten Bener Meriah
	Center	4.784621°	96.905527°	
	G24	4.784215°	96.905799°	
L2	G1	4.588222°	96.955836°	Kabupaten Aceh Tengah
	Center	4.588537°	96.955430°	
	G24	4.588807°	96.955042°	



Gambar 3.1 a) *Picking first arrival time* dan b). Kurva T-X

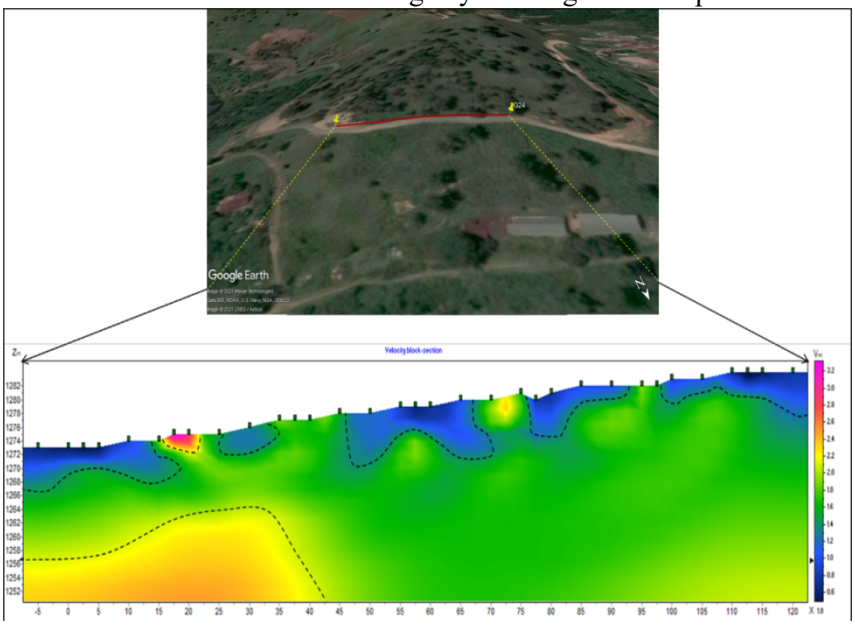
Berdasarkan hasil inversi dari kurva T-X menggunakan software ZONDST2D, dihasilkan model penampang 2 dimensi cepat rambat gelobang Vp bawah permukaan. Model penampang 2 dimensi (2D) bawah permukaan untuk kedua lokasi pengukuran ditampilkan pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3. Pengukuran pada lokasi 1 dilakukan di jalan lintas KKA Kabupaten Bener Meriah, Aceh. Lintasan

pengukuran berada tepat di pinggir jalan dengan Panjang bentangan 115 meter. Kedalaman penetrasi didapatkan ±25 meter di bawah permukaan.



Gambar 3.2 Hasil Interpretasi Struktur Bawah Permukaan Pada Lokasi 1

Gambar 3.2 merupakan hasil interpretasi data cepat rambat gelombang yang menunjukan rentang nilai *velocity* dari 400 m/s sampai dengan 3000 m/s. Pada lintasan ini menunjukan adanya tiga jenis struktur lapisan bawah permukaan dengan nilai *velocity* yang bervariasi. Lapisan pertama menunjukan nilai kecepatan gelombang sebesar 400 m/s sampai dengan 1300 m/s diinterpretasikan sebagai lapisan *top soil* dengan jenis *alluvium* dan sedimen klastik. Pada lapisan kedua menunjukan nilai kecepatan gelombang sebesar 1300 m/s sampai dengan 2300 m/s diinterpretasikan dengan jenis sedimen klastik dan *clay*. Pada lapisan ketiga dengan kecepatan gelombang dari 2400 m/s sampai dengan 3000 m/s diinterpretasikan sebagai batuan beku (*Igneous rock*) yang merupakan bagian dari batuan gunung api Bur Ni Telong di Kabupaten Bener Meriah. Pada lintasan ini dapat dilihat adanya zona lemah dan keberadaan bidang gelincir pada lapisan *top soil* dengan kecepatan gelombang seismik antara 400 m/s sampai dengan 1300 m/s. Oleh karena itu, pada lokasi ini memiliki potensi adanya bencana longsor. Keberadaan bidang gelincir pada lintasan 1 ini terletak sepanjang lintasan pengukuran. Akan tetapi, lokasi yang paling berkemungkinan terjadinya longsor adalah pada jarak bentangan 90 meter – 115 meter dengan kedalaman 3 meter – 13 meter. Hal ini diperkuat dengan topografi yang menurun ke arah tersebut dan didukung daya dorong dari arah perbukitan.



Gambar 3.3 Hasil Interpretasi Struktur Bawah Permukaan Pada Lokasi 2

Gambar 3.3 menunjukkan hasil inversi lintasan 2 yang menunjukkan rentang nilai *velocity* dari 400 m/s sampai dengan 3200 m/s. Kedalaman penetrasi pada lintasan ini berkisar antara 25 meter dan menunjukan tiga jenis struktur lapisan bawah permukaan dengan nilai *velocity* yang bervariasi.

Lapisan pertama menunjukan nilai *velocity* 400 m/s-1200 m/s yang diinterpretasikan sebagai lapisan top soil dengan jenis endapan lempung, lavar dan batu pasir. Pada lapisan kedua memiliki nilai *velocity* sekitar 1200 m/s sampai 2200 m/s yang diinterpretasikan sebagai batu gamping yang lapuk. Pada lapisan Ketiga memiliki nilai *velocity* yang berkisar 2200 m/s sampai dengan 3200 m/s yang diinterpretasikan sebagi batu gamping segar.

Pada lintasan 2 terdapat adanya zona lemah dan keberadaan bidang gelincir pada lapisan kedua dengan kecepatan gelombang seismik 1200 m/s. Lapisan ini akan berperan sebagai lapisan pembawa material yang ada diatasnya ketika lapisan pertama jenuh terhadap air. Oleh karena itu, lokasi ini juga memiliki potensi terjadinya longsor sangat tinggi. Keberadaan bidang gelincir pada lintasan 2 ini berada pada kedalaman 7 meter.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa keberadaan bidang gelincir pada kedua lintasan ini sangat kontras yang ditandai dengan lapisan pertama yang sangat lunak dan lapisan kedua yang padat dan keras dengan nilai velositas > 1200 m/s dengan jenis batuan batu gamping dan sedimen kalstik. Lapisan ini berperan sebagai *sliding plain* yang akan menjadi media gerakan dari lapisan pertama dengan gaya dorong yang disebabkan oleh lapisan yang sudah jenuh dengan air.

5. ACKNOWLEDGEMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf dan mahasiswa Prodi Teknik Geofisika Universitas Syiah Kuala dan staf dari Prodi Fisika Universitas Samudra dalam penelitian ini atas bantuan mereka selama proses akusisi data, pengolahan data, hingga analisis data. Terima kasih khusus diucapkan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Direktorat Sumber Daya dengan nomor kontrak 011/E4.1/AK.04.RA/2021 untuk mendanai penelitian ini melalui skema penelitian Program Riset Keilmuan, Hibah Riset Kemanusiaan.

6. DAFTAR PUSTAKA

Asparini, D. 2011. *Penerapan Metode Stacking dalam Pemprosesan Sinyal Seismik laut di Perairan Barat Aceh*. Institute Pertanian Bogor, Bogor.

Bolt, B. A. 1999. *Earthquakes*. W.H. Freeman and Company, New York

Darsono. 2012. Identifikasi Bidang Gelincir Pemicu Bencana Tanah Longsor Dengan Metode Resistivitas 2 Dimensi Di Desa Pablengan Kecamatan Matesih Kabupaten Karanganyar. Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta. Indonesian Journal of Applied Physics (2012) vol. 2 no. 1. Halaman 58.

Kearey, Philip. 2002. *An Introduction to Geophysical Exploration*. 3rd. Blackwell Science. Ltd. USA.

Larasati, dkk. 2018. Analisis Potensi Tanah Longsor Menggunakan Metode Seismik Refraksi Critical Distance Method dan Delay Time Plus Minus pada Daerah Kebun Karet, Kecamatan Imogiri, Bantul, D.I. Yogyakarta. Proceeding, 2018.

N.R. Cameron, J.D. Bennet, D.McC. Bridge, M.C.G. Clarke, A. Djunuddin, S.A. Ghazali, H. Harahap, D.H. Jeffery, W.Kartawa, W. Keats, H. Ngabito, N.M.S Rocks, S.J Thompson, 1983. PETA GEOLOGI LEMBAR TAKENGON, SUMATRA. Bandung: Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi.

Paimin, Sukresno dan Pramono, I. B. 2009. *Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor*. Topenbos International Indonesia Programme, Balikpapan.

Pareta, K dan U. Pareta, 2012. Landslide Modeling and Susceptibility Mapping of Giri River Watershed, Himachal Padesh (India*). International Journal of Science and Technology*.Volume 1(2), hal: 91-104.

Priyantari, N. & A. Suprianto. 2009. Penentuan Kedalaman Bedrock Menggunakan Metode Seismik Refraksi. Jurnal. ILMU DASAR, Vol. 10 No. 1. 2009 : 6 – 12.

Reynolds, John M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysis*. John Wiley & Sons, England

Serambi. 2020. Jalan KKA Tertimbun Tanah Longsor. https://aceh.tribunnews.com/2020/12/07/jalan-kka-tertimbun-tanah-longsor.Tanggal akses 19 Februari 2021.

Sheriff, R, E. Dan Geldart, L. P., 1995. *Exploration Seismology*. Cambridge University Press, New York.

Subowo, E. 2003. Pengenalan Gerakan Tanah. Bandung : Pusat Volkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.

Sutikno. 2002. Sistem Informasi Penanggulangan Bencana Alam Tanah Longsor. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta

Telford, W.M., Geldart, L.,P., Sheriff, and Keys, D.A. 1990. *Applied Geophysic*. Cambridge University Press. London.

Zeffry B.a, 2018. Aplikasi Metode Seismik Refraksi Untuk Mengidentifikasi Potensi Tanah Longsor di Desa Neuhen, Aceh Besar, Studi Kasus: di Kawasan Perumahan Persahabatan Indonesia – Tiongkok. Universitas Syiah Kuala.