

INTERPRETASI BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE GPR (*GROUND PENETRATING RADAR*) DI AMBLESAN JALAN RING ROAD II KOTA SAMARINDA

Ari Anggono Putro¹, Supriyanto^{1,2,*}, Aditya Rinaldi^{1,3}

¹Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

²Laboratorium Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

³Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Fakultas Mipa, Universitas Mulawarman

*Corresponding Author: arieanggono5@gmail.com

ABSTRACT

This research has been conducted using the Ground Penetrating Radar method to interpretation subsurface conditions that have the potential to become Subsidence on Jalan Ring Road II Samarinda. East Kalimantan, Ground Penetrating Radar Method is a geophysical method that utilizes the propagation of electromagnetic waves to identify subsurface structures, where the recorded penetration of depth and amplitude is affected by the dielectric properties of a material. This study uses an antenna with a frequency of 100 MHz. Based on the interpretation of radar data the potential for a subsidence to occur on track 1 and track 2, in this layer explains that there is a weak field that occurs due to infiltration where the entry of water flow into the soil through the surface of the ground and the condition of the road is steep so that water easily enters the area that has experienced subsidence due to fractures. On lines 3 and 4 there are several different amplitude intervals that are marked by changes in color on radar data which results in factors of material heterogeneity or water content in the layer.

Keywords: Subsidence, Ground Penetrating Radar, Infiltration, Amplitude

1. PENDAHULUAN

Adanya pembangunan jalan di suatu wilayah merupakan peranan yang sangat penting untuk kemajuan antar wilayah. Karena masyarakat akan mendapatkan keuntungan dalam pembangunan jalan tersebut yaitu diantaranya untuk sarana transportasi darat untuk berbagai keperluan, sebagai penghubung antara jalan ke jalan yang lain dan memudahkan segala aktivitas menjadi lebih efektif dan dan efisien.

Melihat fungsi sebuah jalan maka dapat dilihat bahwa sebuah jalan harus memiliki daya topang yang sangat kuat karena banyak yang akan melintasi jalan tersebut seperti kendaraan-kendaraan yang sangat besar, sehingga sebuah jalan

harus memiliki struktur tanah yang kuat dan dapat menahan beban yang melewatinya serta melakukan uji kepadatan tanah dengan tes kepadatan.

Kalimantan Timur merupakan suatu provinsi yang memiliki banyak jalan seperti Samarinda, Bontang, dan Balikpapan. Jalan-jalan yang terdapat di ketiga wilayah tersebut banyak yang memprihatinkan karena kondisi jalan yang sudah banyak rusak dan kondisinya mengkhawatirkan seperti jalan yang berlubang, jalan yang longsor, dan jalan yang mengalami amblesan (*subsidence*). Melihat adanya kondisi yang dapat menyebabkan bencana yang akan terjadi nantinya perlu dilakukan penelitian terhadap kondisi jalan tersebut mengenai

kondisi bawah permukaan jalan yang mengalami amblesan (*subsidence*) tersebut untuk mencegah terjadinya bencana.

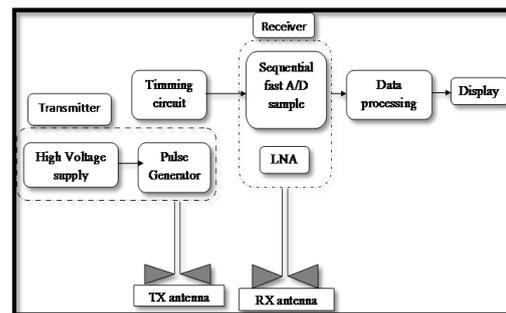
Salah satu dampak yang mengalami amblesan (*subsidence*) di Samarinda yaitu contohnya amblesnya 5 rumah di Kompleks Perumahan Talang Sari PGRI 1, Blok DE, RT 6, Kelurahan Tanah Merah, Samarinda, Kalimantan Timur, rusak akibat longsor. Akibat peristiwa itu kata Hardi, seorang warga yang bernama Rifai (50), terluka karena terjatuh dari atap rumah saat membongkar salah satu rumah yang rusak.

Melihat kondisi bencana yang terjadi di suatu jalan dan potensi bahaya yang biasa menimbulkan korban, maka diperlukan melakukan sebuah penelitian ini untuk memfokuskan identifikasi kondisi bawah permukaan dengan menggunakan metode geofisika (Ground Penetrating Radar) di amblesan (*subsidence*) jalan yang diteliti untuk melihat potensi terjadinya bencana pada jalan yang mengalami amblesan di lokasi penelitian.

2. TEORI

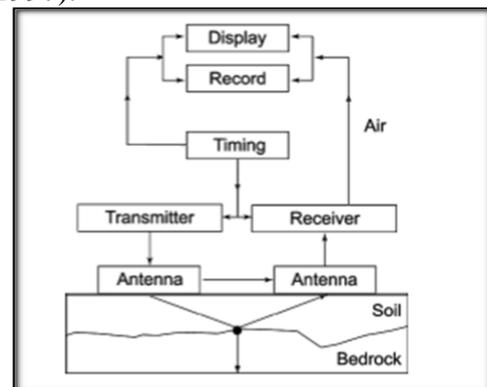
Ground Penetrating Radar (GPR) biasa disebut georadar. Georadar berasal dari dua kata yaitu geo yang berarti bumi dan radar singkatan dari radio detection and ranging. Jadi, arti harfiahnya adalah alat pelacak bumi menggunakan gelombang radio. Ground Penetrating Radar (GPR) merupakan teknik eksplorasi geofisika yang menggunakan gelombang elektromagnetik, bersifat non-destruktif dan mempunyai resolusi yang tinggi terhadap kontras dielektrik material dan formasi geologi yang relatif dangkal. Prinsip dasar metode ini tidak jauh berbeda dengan metoda seismik refleksi yang telah berkembang luas penggunaannya di berbagai bidang seperti: konstruksi dan rekayasa, pencarian benda-benda arkeologi, untuk melihat kondisi geologi bawah permukaan dan masalah

lingkungan. Sistem GPR terdiri atas pengirim (transmitter), yaitu antena yang terhubung ke sumber pulsa (generator pulsa) dengan adanya pengaturan timing circuit, dan bagian penerima (receiver), yaitu antena yang terhubung ke LNA dan ADC yang kemudian terhubung ke unit pengolahan (data processing) serta display sebagai tampilan outputnya (Bahri S. Ayi, 2009).



Gambar 1 Sistem GPR (Bahri S. Ayi, 2009).

Prinsip kerja alat GPR yaitu dengan mentransmisikan gelombang radar (*Radio Detection and Ranging*) ke dalam medium target dan selanjutnya gelombang tersebut dipantulkan kembali ke permukaan dan diterima oleh alat penerima radar (*receiver*), dari hasil refleksi itulah berbagai macam objek dapat terdeteksi dan terekam dalam radargram. Mekanisme kerja GPR dan contoh rekaman radargram (Reynolds, J. A, 1997).



Gambar 2 Prinsip Kerja Ground Penetrating Radar (Jol. H. M., 2009).

Untuk mendeteksi suatu objek diperlukan perbedaan parameter kelistrikan dari medium yang dilewati

gelombang radar. Perbedaan parameter kelistrikan itu antara lain permitivitas listrik, konduktivitas dan permeabilitasmagnetik. Sifat elektromagnetik suatu material bergantung pada komposisi dan kandungan air didalamnya, dimana keduanya merupakan pengaruh utama pada perambatan kecepatan gelombang radar dan atenuasi gelombang elektromagnetik dalam material. (Reynolds, 1997) menyatakan bahwa kecepatan gelombang radar dalam suatu medium tergantung pada kecepatan cahaya dalam ruang hampa ($c = 0.3 \text{ m/ns}$), konstanta dielektrik relatif medium (ϵ_r) dan permeabilitas magnetic relatif (μ_r) (Reynolds, J. A, 1997).

Gelombang elektromagnetik mempunyai prinsip dasar dari persamaan Maxwell. Persamaan Maxwell terdiri atas empat persamaan medan. Setiap persamaan dapat dipandang sebagai hubungan antara medan dengan distribusi sumber (muatan atau arus) yang bersangkutan. Persamaan Maxwell I, persamaan yang menyatakan bahwa medan listrik dihasilkan dari perubahan medan induksi magnet:

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (1)$$

Persamaan Maxwell II, persamaan yang menyatakan bahwa medan magnet dihasilkan dari aliran arus listrik :

$$\nabla \times \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \quad (2)$$

Persamaan Maxwell III, persamaan yang menyatakan berlakunya sifat loop tertutup perpindahan listrik pada suatu rapat muatan listrik :

$$\nabla \cdot \vec{D} = q \quad (3)$$

Persamaan Maxwell IV, persamaan yang menyatakan berlakunya sifat loop tertutup untuk flux magnet jika tidak terdapat arus magnet bebas :

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0 \quad (4)$$

Dengan:

E = kuat medan listrik (volt/meter)

B = induksi magnet (weber/meter²)

D = pergeseran medan listrik (coulomb/meter²)

H = kuat medan magnet (ampere/meter)

q = rapat muatan listrik (coloumb/meter²)

J = rapat arus (ampere/meter²)

Persamaan gelombang elektromagnetik yang memalui medium ditentukan oleh tiga sifat material yaitu permivitas listrik (ϵ), permeabilitas magnet (μ), dan konduktivitas listrik (σ) (Supriyanto, 2007).

Tabel 1 Konstanta Dielektrik Relatif dan Cepat Rambat Gelombang Elektromagnetik untuk Mater al Geologi (Reynolds, J. A, 1997).

Material	(tak bersatuan)	V (m/μs)
Udara	1	300
Air (bersih & laut)	81	33
Sajju (kutub)	1,4_3	195_252
Es Kutub	3,3_15	168
Es Hangat	3,2	167
Es Murni	3,2	167
Danau Beku	4	150
Laut Beku	2,5_8	78_157
Petramafros	18	106300
Pasir Pantai	10	95
Pasir Kering	3_6	120_170
Pasir Basah	25_30	55_60
Lanau Basah	10	95
Lempung Basah	8_15	86_110
Lempung Kering	3	173
Rawa	12	86
Dataran Algrokultur	15	77
Dataran Kapastoran	13	83
Rata - Rata Lahan	16	75
Granit	5_8	106_120
Batu Gamping	7_8	100_113

Material	(tak bersatuan)	V (m/μs)
Dolomit	6,8_8	106_115
Basalt Basah	8	106
Serpih Basah	7	113
Batu Pasir Basah	6	112
Batubara	4_5	134_150
Kwarsa	4,3	145
Beton	6_30	55_112
Aspal	3_5	134_173
PVC, Epoxy, Polyster	3	173

Peristiwa amblesan tanah tersebut turut dipercepat dengan penurunan muka tanah oleh factor kompaksi/konsolidasi batuan, penurunan muka airtanah dan pengurangan lahan. Karakter lingkungan keteknikan lahan dan ketidakhomogenan

tanah/batuan bawah permukaan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain unsur geologi, kondisi keairan, komposisi mineral penyusunnya dan proses sedimentasi, terutama pada material berbutir halus seperti lempung. Keberadaan lempung ekspansif sering menimbulkan masalah terutama yang berkaitan dengan geoteknik, diantaranya adalah dapat menimbulkan retak pada batuan dan selain itu juga menyebabkan kerusakan struktur batuan yang dibangun pada *basement* tersebut. Sifat ekspansif lempung umumnya dapat diamati di lapangan dari sifat batuan yang khas berupa rekahan-rekahan pada saat kering (mengkerut) dan sifat licin dan plastis pada saat basah (mengembang). Sifat ekspansif pada lempung, selain disebabkan oleh ukuran butir penyusunnya juga sangat dipengaruhi oleh mineralogi penyusun lempung tersebut. Kelimpahan mineral lempung sendiri sangat bervariasi dipengaruhi oleh berbagai macam hal diantaranya adalah jenis batuan asal, pelapukan serta proses diagenesis sehingga menyebabkan terdapatnya variasi baik secara vertikal maupun lateral (Yuliyanti, A., D. Sarah, & E. Soebowo, 2012).

3. METODE

Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan, untuk pengambilan data dilaksanakan di Jalan Ring Road II daerah Sempaja Utara. Kemudian data penelitian diolah di Laboratorium Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Mulawarman. Adapun rencana penelitian dapat dilihat di lampiran (Jadwal rencana penelitian terlampir).

Pengolahan dan Analisis Data

Tahap dalam pengambilan data pada metode penelitian menggunakan *Ground Penetrating Radar* (GPR) adalah sebagai berikut:

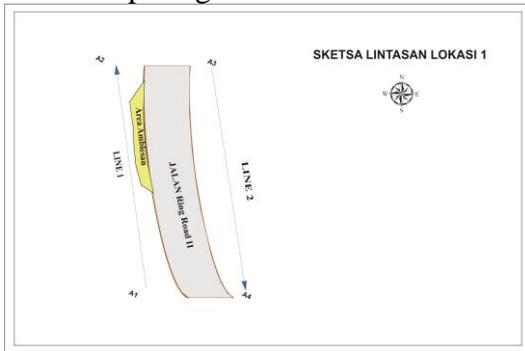
1. Melakukan observasi terhadap lokasi yang akan dilakukan penelitian, agar pada kondisi stabil dan siap untuk dilakukan pengambilan data penelitian.
2. Melakukan pengecekan terhadap alat-alat yang akan digunakan agar dalam kondisi baik.
3. Menentukan posisi dan letak lintasan untuk pengambilan data.
4. Melakukan pengukuran terhadap panjang lintasan yang akan diukur dengan menggunakan alat GPR.
5. Merangkai alat GPR dengan mengaktifkan software pendukung yang terdapat pada alat tersebut.
6. Mengatur kalibrasi alat sebelum digunakan untuk mengukur agar hasil yang didapat sesuai dengan yang diinginkan.

Tabel 2 Parameter Aquisisi Data

<i>Global Setting</i>	<i>Setup Mode</i>			
<i>Type : Dry Concrete</i>	<i>Scan</i>	<i>Gain</i>	<i>Filter</i>	<i>Wheel Calibration</i>
<i>RDP : 27</i>	<i>Scan range : 200</i>	<i>0</i>	<i>High pass filter : 50</i>	<i>Encoder (Internal)</i>
<i>Units : Metric (m)</i>	<i>Offset : 12.5</i>	<i>10</i>	<i>Low pass filter : 200</i>	<i>Marker : 1</i>
	<i>Antenna GCB 100</i>	<i>30</i>	<i>Stack : 3</i>	<i>Calibration dist unit : 5</i>
	<i>Scan rate (Distance)</i>		<i>Background index : 20</i>	<i>Circuit count : 425</i>
	<i>Traces Unit : 86</i>			<i>Calibration value : 86.0</i>

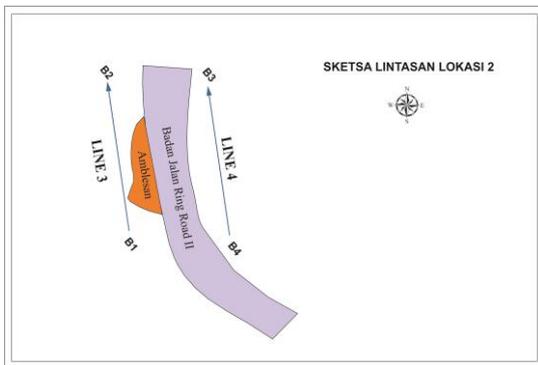
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi 1 dengan Kode titik koordinat A1 dan A2 merupakan lintasan 1 dan dengan kode titik koordinat A3 dan A4 adalah lintasan 2 yang terletak pada Jl. Ring Road II arah Lok Buah dengan sketsa lintasan pengambilan data *Ground Penetrating Radar* seperti gambar 3.



Gambar 3 Sketsa Lintasan Lokasi 1

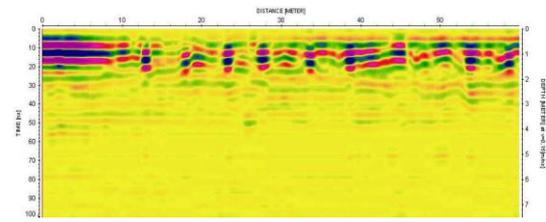
Lokasi 2 dengan Kode titik koordinat B1 dan B2 merupakan lintasan 3 dan dengan kode titik koordinat B3 dan B4 adalah lintasan 4 yang terletak pada Jl. Ring Road II arah Lok Buah dengan sketsa lintasan pengambilan data *Ground Penetrating Radar* seperti gambar 4.



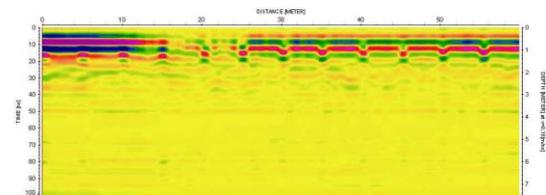
Gambar 4 Sketsa Lintasan Lokasi 2

Dalam data *Ground Penetrating Radar* lintasan 1 pada gambar 5 dan lintasan 2 pada gambar 6 dapat diinterpretasi adanya kenampakan penurunan bidang lemah yang terjadi. Panjangnya zona lemah yang terdeteksi berkisar antara 46-52 m pada lintasan 1 dan pada lintasan 2 terjadi kenampakan adanya penurunan bidang lemah pada jarak sekitar 14-24 m dengan kedalaman

zona lemah berkisar 1 m sampai dengan 4 meteran sesuai dengan hasil olahan alat GPR yang digunakan.

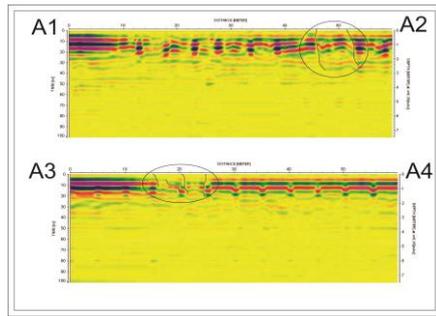


Gambar 5 Data *Ground Penetrating Radar* Lintasan 1



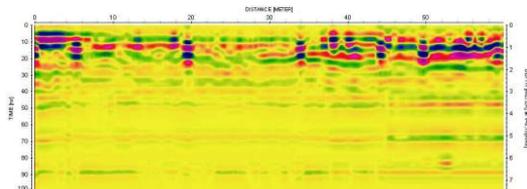
Gambar 6 Data *Ground Penetrating Radar* Lintasan 2

Pada gambar 7 dapat dilihat gabungan antara lintasan 1 dengan lintasan 2 pada lokasi 1 menjelaskan bahwa adanya bidang lemah yang terjadi karena adanya infiltrasi dimana masuknya aliran air kedalam tanah melalui permukaan tanah yang mengalami rekahan sehingga terjadinya amblesan. A1 dan A2 merupakan koordinat awal sampai koordinat akhir dalam pengukuran lintasan 1 dengan alat *Geo Penetrating Radar*, A3 dan A4 merupakan koordinat awal sampai koordinat akhir dalam lintasan 2. Dapat disimpulkan bahwa lintasan 1 ditemukan adanya kenampakan bidang lemah yang dapat menyebabkan amblesan di akhir lintasan 1, saat melakukan pengukuran kemudian dilanjutkan dengan pengukuran lintasan 2 yang ditemukan adanya zona lemah pada awal pengukuran, hal tersebut menunjukkan bahwa kedua lintasan tersebut memiliki hubungan yang ada kaitannya karena kenampakan yang terlihat dalam hasil pengolahan data lintasan 1 dan 2 tersebut memiliki hasil yang sama dengan jarak yang relatif sama.

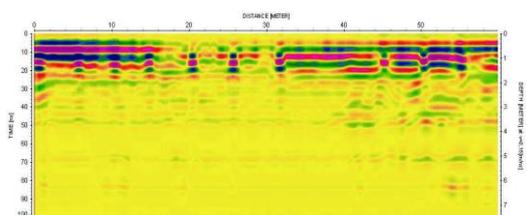


Gambar 7 Data *Ground Penetrating Radar* Lintasan 1 & 2

Dalam data *Ground Penetrating Radar* lintasan 3 pada gambar 8 dan lintasan 4 pada gambar 9 dapat diinterpretasi adanya kenampakan amblesnya tanah yang dominan pada lapisan atas permukaan hingga bawah permukaan pada interval ≤ 1 meter. Amblesnya area yang diukur dengan *Ground Penetrating Radar* memungkinkan terjadinya infiltrasi dimana masuknya aliran air kedalam tanah melalui permukaan tanah itu sendiri.



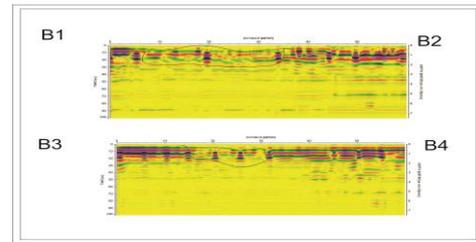
Gambar 8 Data *Ground Penetrating Radar* Lintasan 3



Gambar 9 Data *Ground Penetrating Radar* Lintasan 4

lokasi 2 menjelaskan bahwa adanya bidang lemah yang terjadi karena adanya infiltrasi yaitu masuknya aliran air kedalam tanah melalui permukaan tanah yang mengakibatkan adanya amblesan. B1 dan B2 merupakan koordinat awal sampai koordinat akhir dalam pengukuran lintasan 3 dengan alat *Geo Penetrating Radar* dan B3 dan B4 merupakan koordinat awal sampai

koordinat akhir dalam lintasan 4. Dapat disimpulkan bahwa lintasan 3 dan 4 menunjukkan amplitudo yang berbeda di karenakan hasil pada gambar 10 mengalami perubahan warna, dengan adanya perubahan warna tersebut dapat dijelaskan bahwa daerah tersebut memungkinkan adanya rembesan air yang menyebabkan zona yang di lalui menjadi lemah.



Gambar 10 Data *Ground Penetrating Radar* Lintasan 3 & 4

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa pada lintasan 1 dan lintasan 2 terdapat adanya bidang lemah dan keberadaan lapisan lempung yang dekat dengan permukaan. Lapisan tersebut merupakan lapisan lempung ekspansif dan diindikasikan dapat mempercepat proses konsolidasi pada daerah penelitian dan memperbesar potensi amblesan tanah di daerah tersebut. Pada lintasan 3 dan lintasan 4, bidang lemah yang terjadi disebabkan adanya infiltrasi didaerah tersebut yaitu pengisian air ke dalam tanah yang melebihi kapasitasnya, air tersebut dapat masuk kedalam lapisan lempung karena batuan tersebut memiliki porositas yang tinggi sehingga menyebabkan daya kompaksi lapisan lempung melemah dan juga adanya bidang gelincir dari batuan lempung ekspansif yang dilewatinya. Getaran- getaran tanah yang diakibatkan oleh kendaraan berat yang melintas dan curah hujan yang sangat tinggi juga menjadi faktor yang menyebabkan daerah tersebut ambles dan bahkan longsor.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bahri S. Ayi(2009), Penentuan Karakteristik Dinding Gua Seropan Gunung kiduldengan Metode Ground Penetrating Radar. Surabaya: ITS.
- Jol. H. M. (2009), Ground penetrating radar theory and application, Elsevier science. University of Wisconsin-Eau Claire. Netherlands.
- Reynolds, J. A. (1997), An Introduction to Applied dan Environmental Geophysics. Wiley, Chichester.
- Supriyanto (2007), Perambatan Gelombang Elektromagnetik. Jakarta: Fisika-FMIPA Universitas Indonesia.
- Yuliyanti, A., D. Sarah, & E. Soebowo (2012), Pengaruh Lempung Ekspansif Terhadap Potensi Amblesan Tanah di Daerah Semarang. *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*, (22) 2: 93-103.