

## **Identifikasi Arah Aliran Bawah Permukaan Dengan Metode GPR (Ground Penetrating Radar)**

### *Identification Of Down Surface Flow Direction With GPR Method (Ground Penetrating Radar)*

**Eddy Ibrahim**<sup>1\*)</sup>, Syaiful Imam<sup>2</sup>, Bhinneka<sup>3</sup>  
1,2,3 Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya

<sup>\*)</sup>Eddy Ibrahim: Tel./Faks. +62 818 633959  
email: eddyibrahim@ft.unsri.ac.id

#### **ABSTRACT**

Estimates of shallow groundwater use GPR (Ground Penetrating Radar) in the Perum Kenten region with lowland morphology with rock lithology included in the formation of swamp deposits consisting of mud, mud and sand, the Palembang city government. The purpose of this GPR measurement is to find out the subsurface layer and the presence and distribution of groundwater based on differences in the dielectric constant found in each layer. Dielectric contrast in rock layers will cause differences in wave velocity and difference in amplitude of reflection signals. Based on the difference in the dielectric constant which causes the difference in the amplitude of the reflected signal, the layer passed by the electromagnetic wave can be identified. Data is obtained from the use of GPR equipment with an antenna frequency of 250 MHz with depths ranging from 8 meters to 13 meters. Data retrieval is done in clear weather. Measurements with 11 line profiles and varying line lengths are interpreted by geological structures. From the measurement results there are 2 layers, namely the top layer with a thickness of 1-2 meters and sand with a thickness of 11-13 meters with a small dielectric contrast value. Geologically, the sand layer is thought to be a superficial layer of groundwater, but its potential and distribution resulting from measurements in this area is relatively low

---

**Keywords** : *GPR Method, Dielectric Contract, Frequency of Antennas, Soil Layer, Groundwater*

#### **ABSTRAK**

Pada tulisan telah dilakukan sebuah pendugaan air tanah dangkal dengan menggunakan GPR (Ground Penetrating Radar) di Kawasan Perum Kenten dengan morfologi dataran rendah dengan lithologi batuan termasuk dalam formasi endapan rawa yang terdiri dari lumpur, lanau dan pasir, kotamadya Palembang. Tujuan dilaksanakannya pengukuran GPR ini adalah untuk mengetahui lapisan bawah permukaan dan keberadaan serta persebaran air tanah berdasarkan



perbedaan konstanta dielektrik yang terdapat pada masing-masing lapisan. Kontras dielektrik pada lapisan batuan akan menyebabkan perbedaan kecepatan perambatan gelombang dan perbedaan amplitudo dari sinyal refleksi. Berdasarkan perbedaan konstanta dielektrik yang menyebabkan perbedaan amplitudo sinyal refleksi, maka dapat diidentifikasi lapisan-lapisan yang dilalui oleh gelombang elektromagnetik tersebut. Data diperoleh dari penggunaan alat GPR dengan frekuensi antenna 250 MHz dengan kedalaman berkisar antara 8 meter sampai 13 meter. Pengambilan data dilakukan dengan cuaca cerah. Pengukuran dengan 11 Line-profil dan panjang line bervariasi didapatkan interpretasi struktur geologi. Dari hasil pengukuran terdapat 2 Lapisan yaitu top soil dengan ketebalan sebesar 1-2 meter dan pasir dengan ketebalan 11-13 meter dengan nilai Kontras dielektrik yang kecil. Secara geologi lapisan pasir diperkirakan sebagai lapisan pembawa air tanah dangkal namun potensi dan persebarannya yang dihasilkan dari pengukuran dikawasan ini relatif rendah.

---

**Kata kunci:** Metode GPR, Kontras Dielektrik, Frekuensi Antena, Lapisan Tanah, Air Tanah

## PENDAHULUAN

### Latar belakang

Dalam menginterpretasi data geofisika diperlukan berbagai macam data pendukung seperti data geologi daerah penelitian. Data geofisika hanya mampu memberikan informasi berdasarkan parameter yang digunakan yang disertai penjelasan jika tidak ada data pendukung. Ambiguitas hasil interpretasi data sangat besar peluangnya. Data pendukung akan meminimalisir ambiguitas hasil interpretasi data geofisika. Dalam kajian ini data pendukung yang digunakan adalah data geologi. Pengukuran *Ground Penetrating Radar* (GPR) sering digunakan sebagai alat bantu penelitian geologi bawah permukaan, pemetaan bawah permukaan dangkal (Budiono *et.al.*, 2010).

### GPR (Ground Penetrating Radar)

*Ground Penetrating Radar* pada bidang geofisika sering dikenal sebagai *Ground Radar* atau Georadar, metode geofisika ini menggunakan sinyal elektromagnetik. Gelombang ini akan dipancarkan ke dalam bumi dan direkam oleh antenna pada saat gelombang telah mencapai permukaan. Gelombang elektromagnetik diteruskan, dipantulkan dan dihamburkan oleh struktur permukaan dan anomali jika terdapat dibawah permukaan (Telford *et.al.*, 1976). Metode ini dapat menghasilkan gambaran bawah permukaan dengan resolusi yang tinggi, karena gelombang yang dipancarkan oleh GPR memiliki frekuensi sekitar 10-1000Mhz.

Teknik penggunaan metoda *Ground Penetrating Radar* adalah sistem *Electromagnetic Subsurface Profiling* (ESP), dengan cara memanfaatkan pengembalian gelombang elektromagnetik yang dipancarkan melalui permukaan tanah dengan perantara antenna. Pemancaran dan pengembalian gelombang elektromagnetik berlangsung cepat sekali yaitu dalam satuan waktu nanosecond (Allen, 1979). Pengukuran dengan menggunakan GPR ini merupakan metode



yang sangat tepat untuk mendeteksi bawah permukaan dengan kedalaman 0-10 meter, metoda ini dapat menghasilkan resolusi yang tinggi atau konstanta dielektriknya rendah. Karena itu metoda GPR sering digunakan oleh para peneliti untuk mengaplikasikan arkeologi, teknik sipil, pengindikasian dan instalasi bawah permukaan (Daniels, 2004).Kecepatan gelombang elektromagnetik pada suatu medium selalu lebih rendah jika dibandingkan dengan kecepatan gelombang elektromagnetik di udara. Pada tabel 1 menjelaskan gelombang elektromagnetik melewati medium yang memiliki permitivitas lebih tinggi dibandingkan ketika merambat pada medium yang memiliki permitivitas lebih rendah.

Tabel 1  
Nilai Parameter Fisis dari beberapa material (Annan, 2003)[5]

Material	$\epsilon_0$	$\sigma$ (ms/s)	$v$ (m/s)	$\alpha$ (dB/m)
Udara	1	0	0.3	0
Air Distilasi	80	0.01	0.033	$2 \times 10^{-2}$
Air Murni	80	0.5	0.033	0.1
Air Laut	80	$3 \times 10^3$	0.01	$10^3$
Pasir Kering	3-5	0.01	0.15	0.01
Pasir Basah	20-30	0.1-1	0.06	0.03-0.3
Limestone	4-8	0.5-2	0.12	0.4-1
Shale	5-15	1-100	0.09	1-100
Silt	5-30	1-100	0.07	1-100
Clays	5-40	2-1000	0.06	1-300
Granite	4-6	0.01-1	0.13	0.01-1
Garam Kering	5-6	0.01-1	0.13	0.01-1
Es	3-4	0.01	0.16	0.01

Data pengukuran GPR diperoleh dengan frekuensi antenna 250 MHz dengan rata rata kedalaman 8 meter. Pengambilan data dilakukan pada cuaca cerah dan lokasi berada di Perum Poligon Kenten.

## METODE

Daerah penelitian berada Kawasan Perum Kenten dengan morfologi dataran rendah dengan lithologi batuan termasuk dalam formasi endapan rawa yang terdiri dari lumpur, lanau dan pasir (Peta Geologi Lembar Palembang, Sumatera Selatan (Gafoer *et.al*, 1995). Dengan informasi data geologi ini hipotesa lapisan dibawah permukaan tanah ada sebanyak 2-3 lapisan.

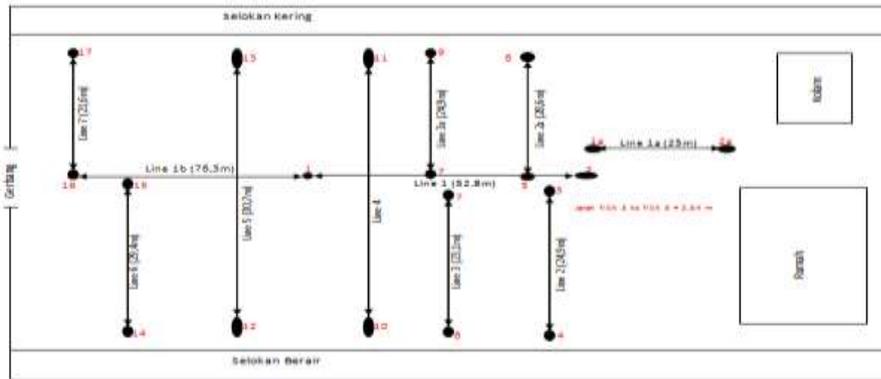


Gambar 1. Peta Geologi Lembar Palembang

Tujuan dilaksanakannya pengukuran GPR ini adalah untuk mengetahui lapisan bawah permukaan dan keberadaan serta persebaran air tanah berdasarkan perbedaan konstanta dielektrik yang terdapat pada masing-masing lapisan. Kontras dielektrik pada lapisan batuan akan menyebabkan perbedaan kecepatan

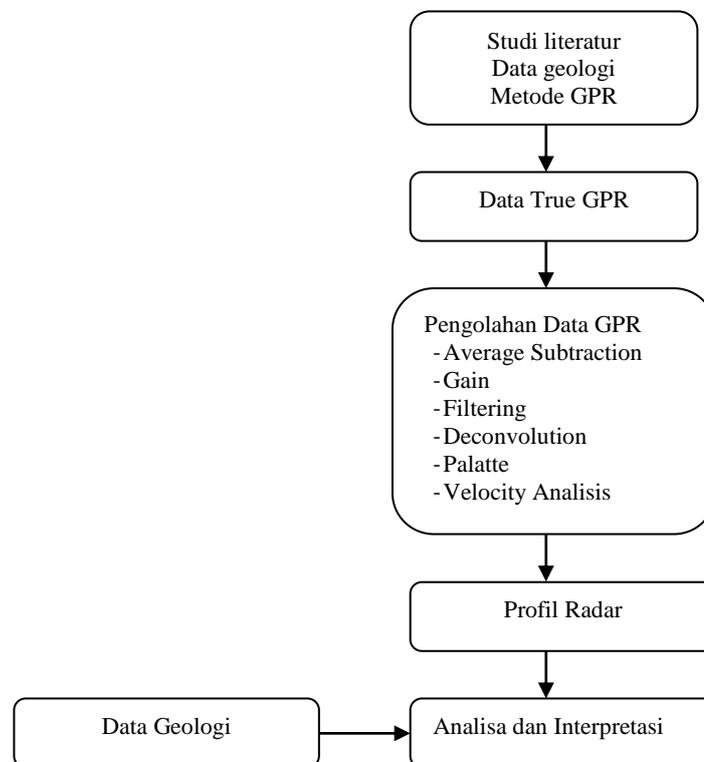


perambatan gelombang dan perbedaan amplitudo sari sinyal refleksi. Berdasarkan perbedaan kontanta dielektrik yang menyebabkan perbedaan amplitudo sinyal refleksi, maka dapat diidentifikasi lapisan-lapisan yang dilalui oleh gelombang elektromagnetik tersebut. Penelitian ini mengambil data line seperti desain di bawah ini,



Gambar 2. Desain survei pengukuran GPR

Untuk membedakan lapisan-lapisan ini maka pada tahap pengolahan data dilakukan proses untuk mendapatkan visualisasi agar mempermudah dalam interpretasi data. Konstanta dielektrik yang digunakan sama untuk lapisan yang sama pada masing-masing *line*. Dalam penelitian ini hanya line 1, 1a, 1b dan line 3, 3a yang ditampilkan dan datanya diproses sesuai *flow chart* di bawah ini:

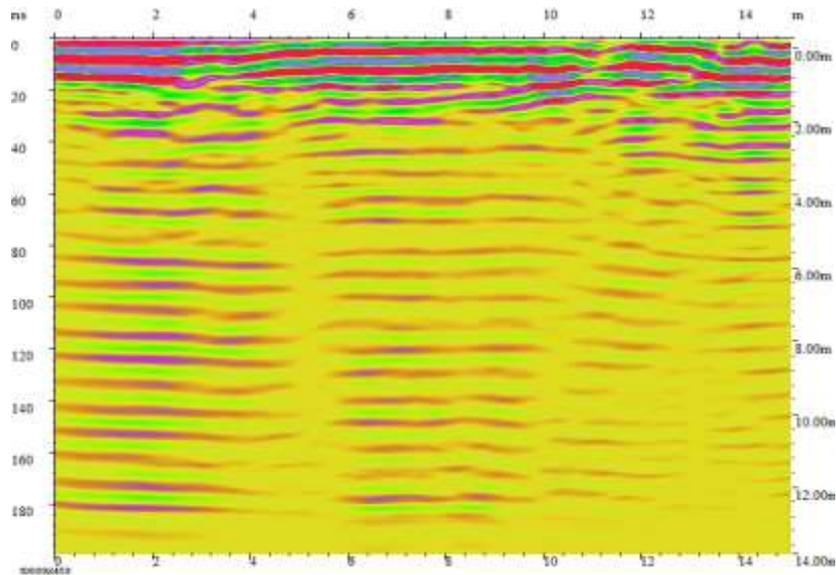


Gambar 3. Diagram Alur Kerja Penelitian

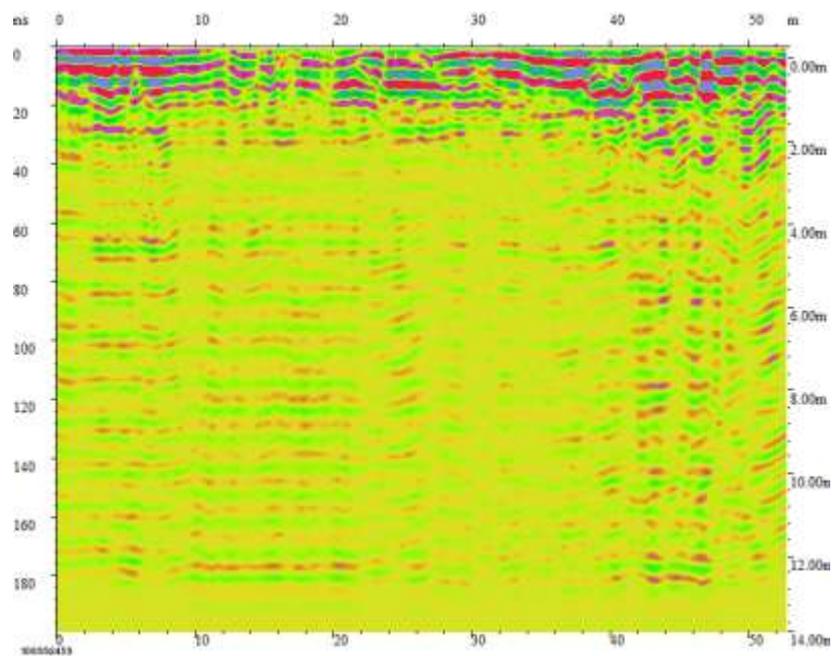


## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemudian dengan menggunakan langkah-langkah diatas maka diperoleh penampang/profil radar sebagai berikut :

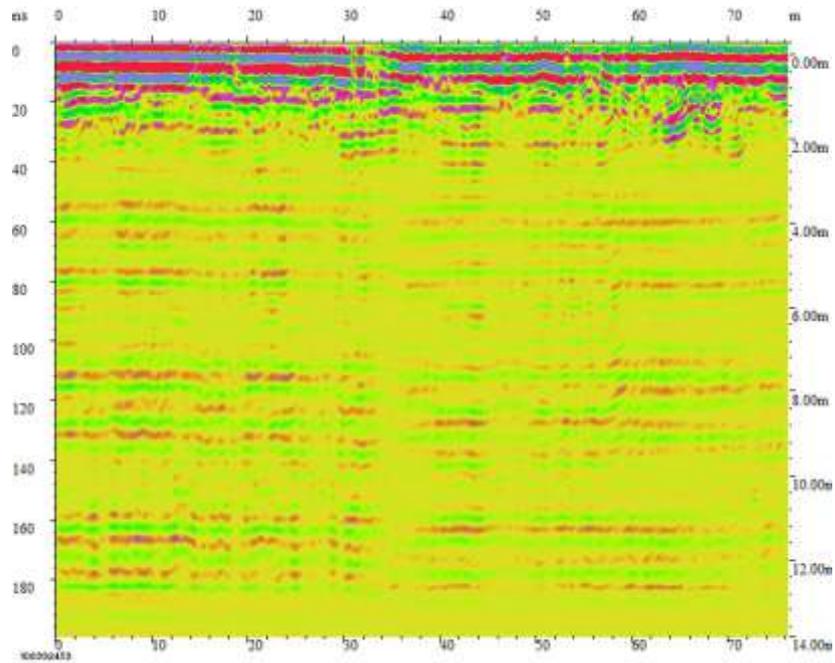


Gambar 4. Radagram profil line 1a



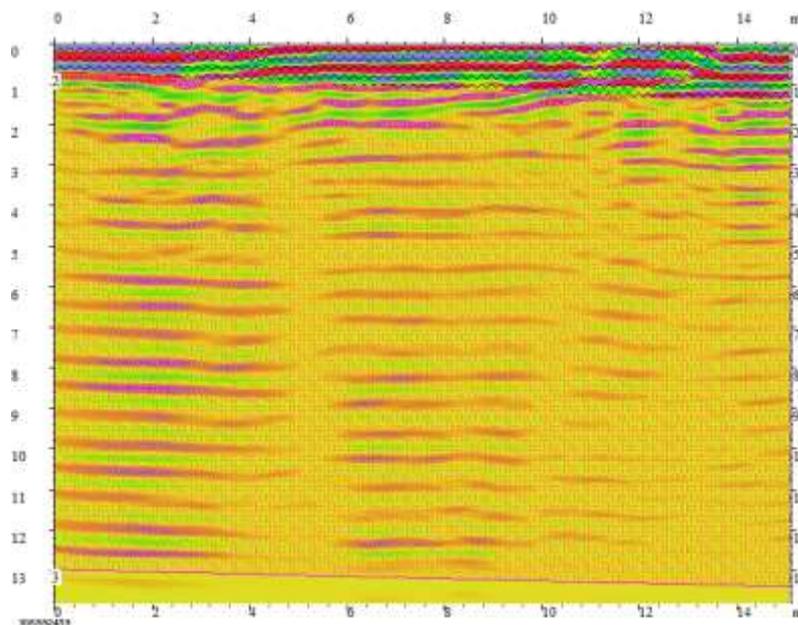
Gambar 5. Radagram profil line 1





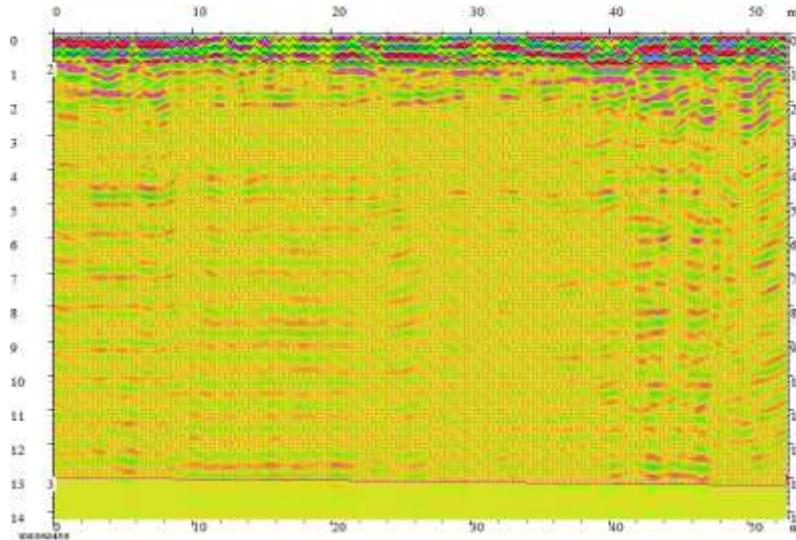
Gambar 6. Radagram profil line 1b

Dari hasil ketiga radagram diatas menunjukkan kesamaan jumlah lapisan bawah permukaan. Dengan menambahkan literatur geologi maka dianalisis dan diinterpretasi seperti gambar di bawah ini:

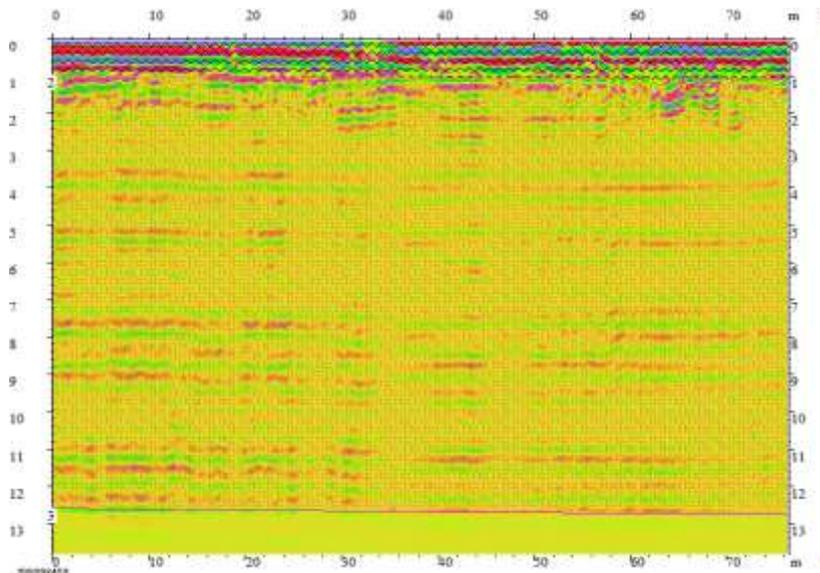


Gambar 7. Profil analisis dan interpretasi line 1a





Gambar 8. Profil analisis dan interpretasi line 1



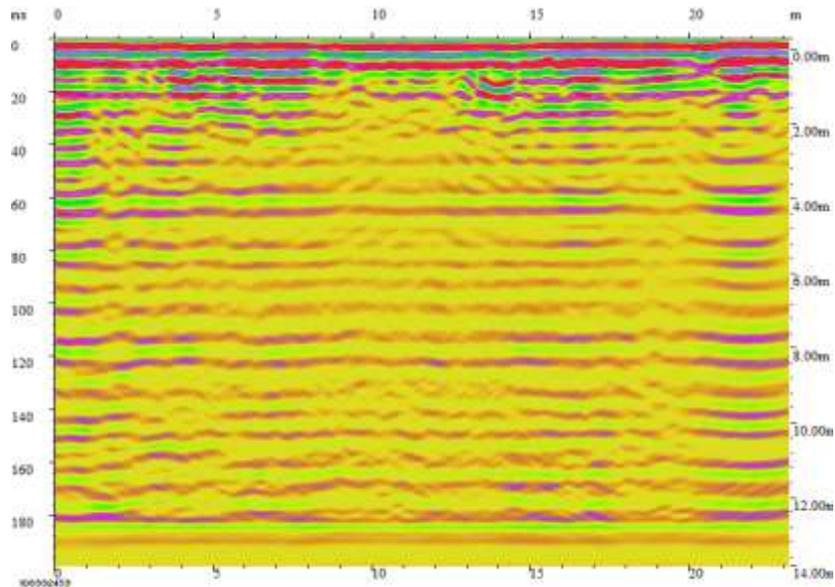
Gambar 9. Profil analisa dan interpretasi line 1b

Dari ketiga profil diatas dengan dipadukan data literatur data geologi dan tabel RDP (*Relative Permittivity Dielectric*) material umum maka, lapisan 1 merupakan lapisan top soil dengan RDP sebesar 1.1-1.53 kecepatan 48.5- 119.2 cm/ns dengan ketebalan 1 meter. Lapisan kedua merupakan lapisan pasir dengan nilai RDP 1.61-4.49 dengan kecepatan 267-1571 cm/ns dengan ketebalan 12 meter.

Tabel 2. Nilai parameter fisis hasil interpretasi data line 1a , 1 dan 1b

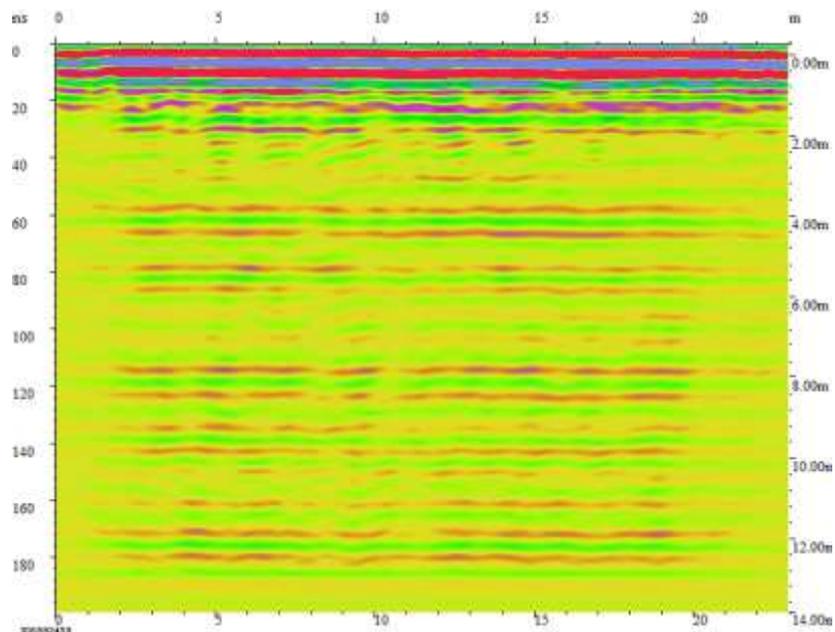
Lapisan	RDP	Velocity (cm/ns)	Depth (m)
Top soil	1.1 – 1.53	48.6 – 119.2	0-1
Pasir	1.61 – 4.49	267 – 1571	1-13





Gambar 10. Radagram profile line 3

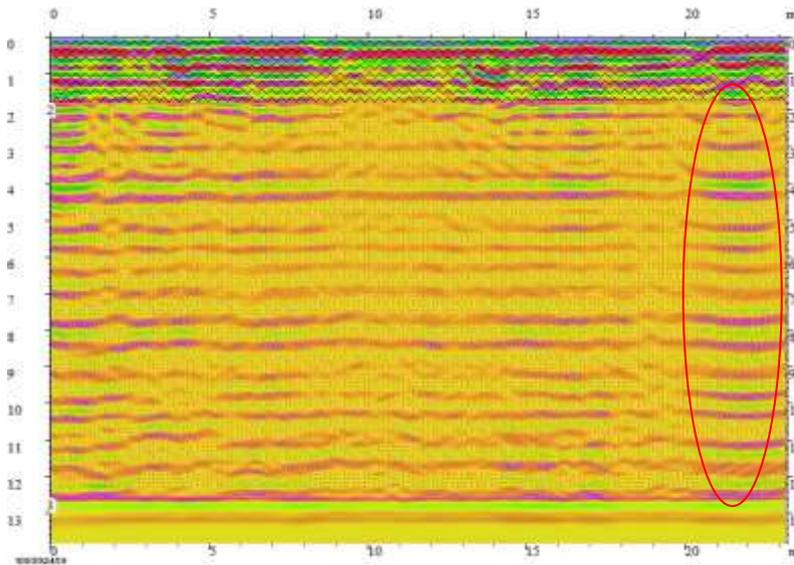
Pada gambar 10 ada anomali di jarak 20 meter. Hal ini dikarenakan pada ujung line ada keberadaan sumur untuk penampungan air sehingga kontras anomali jelas sekali pembentukannya.



Gambar 11. Radagram profile line 3

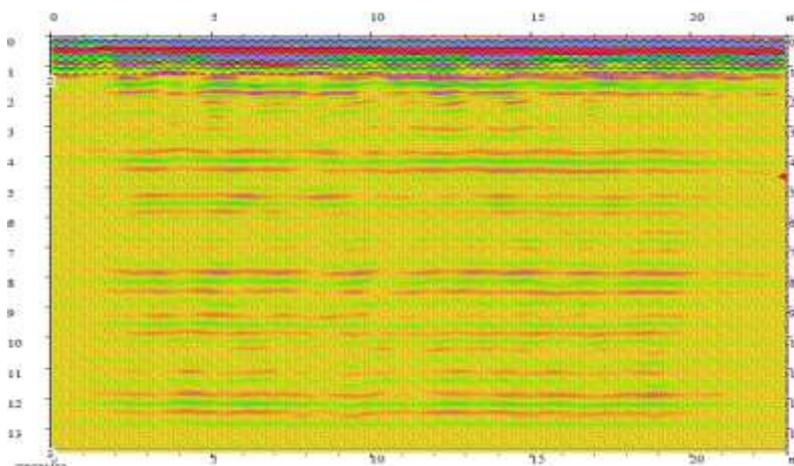
Dengan hasil kedua radagram diatas menunjukkan kesamaan jumlah lapisan bawah permukaan. Dengan menambahkan literatur geologi maka dianalisa dan di interpretasi seperti gambar di bawah ini:





Gambar 12. Profil analisa dan interpretasi line 3

Dalam lingkaran merah(gambar 12) diindikasikan pengaruh sumur permukaan yang digunakan untuk pengairan tanaman sayur mayur. Kontras lapisan yang begitu jelas karena pengaruh rembesan air sumur.



Gambar 13. Profil analisa dan interpretasi line 3a

Dari kedua profil diatas dengan dipadukan data literatur data geologi dan tabel RDP material umum maka, lapisan 1 merupakan lapisan top soil dengan RDP sebesar 1.05-2.23 kecepatan 186 – 267 cm/ns dengan ketebalan 1 meter. Lapisan kedua merupakan lapisan pasir dengan nilai RDP 3.32-3.57 dengan kecepatan 215-244 cm/ns dengan ketebalan 12 meter. Nilai kecepatan dari lapisan 1 dan 2 terjadi kemiripan disebabkan karena keberadaan sumur pada ujung line 3 sehingga air dapat meresap ke arah lapisan tersebut.



Tabel 3. Nilai parameter fisis hasil interpretasi data line 3 dan 3a

Lapisan	RDP	Velocity (cm/ns)	Depth (m)
Top soil	1.05 – 2.23	186 – 267	0-1
Pasir	3.32 – 3.57	215 – 244	1-13

Dengan nilai RDP dan kecepatan yang kecil dipengaruhi diantaranya sifat lapisan tanah yang kurang konduktif dengan ditunjukkan dengan kontras radagram yang tidak terlalu jelas. Penetrasi kedalaman yang didapatkan menggunakan metode GPR bergantung pada sifat konduktivitas tanah. Semakin konduktif tanah disuatu lokasi maka akan semakin dangkal pula hasil penetrasi kedalaman yang dicapai. Berbeda kasus jika sifat tanahnya lebih kurang konduktif maka hasil yang di dapatkan akan makin dalam. Nilai sifat tanah konduktif atau tidak bergantung pada fluida atau keberadaan air di lapisan tersebut. Dalam penelitian ini dapat memperoleh radagram dengan kedalaman 12-13 meter (gambar 2). Hal ini sesuai dengan kondisi geologi daerah penelitian bahwa di daerah tersebut formasi endapan rawa dimana lithologi terdiri dari lumpur, lanau dan pasir.

### KESIMPULAN

1. Terdapat 2 Lapisan yaitu top soil memperoleh ketebalan sebesar 1-2 meter dan pasir dengan ketebalan 11-13 meter dengan nilai Kontras dielektrik yang kecil.
2. Metode GPR penelitian ini dapat mengidentifikasi maksimal kedalaman sebesar 13 meter.
3. Lapisan pasir diperkirakan sebagai lapisan pembawa air tanah dangkal namun potensi dan persebarannya yang dihasilkan penelitian ini sangatlah kecil.

### DAFTAR PUSTAKA

- Allen, R.L. 1979. "Studies In Fluvial Sedimentation: Anelementary Geometric Model For The Connectedness Of Avulsion-Related Channel Sand Bodies". *Sedimentary Geology*, vol.24, pp.253-267.
- Annan, A.P. 2003. *Ground Penetrating Radar Principles, Procedures & Applications*. Canada: Sensors & Software Inc.
- Budiono, K., Handoko, & Hermawan, U. 2010. "Penafsiran Struktur Geologi Bawah Permukaan di Kawasan Semburan Lumpur Sidoarjo, Berdasarkan Penampang Ground Penetrating Radar (GPR)". *Jurnal Geologi Indonesia*, vol. 5, pp. 187-195.
- Daniels, D.J.(Ed.). (2004). *Ground Penetrating Radar (2nd Edition)*. London: Institution of Electrical Engineering.
- S. Gafoer, G Burhan dan J. Purnomo. 1995. Penyusunan Peta Geologi Lembar Palembang dilaksanakan dalam rangka kerjasama Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi dengan Pertamina.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., Keys, D.A. 1976, *Applied Geophysics*, Edisi 1. New York: Cambridge University Press.

