

PEMETAAN BATU GAMPING (SOFTWARE SURFER 10) DENGAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI WENNER-SCHLUMBERGER DALAM RENCANA PEMBANGUNAN PABRIK SEMEN KHUSUSNYA DI DAERAH SINAMPUR DESA SULKAM KECAMATAN KUTAMBARU KABUPATEN LANGKAT

ISTAS PRATOMO MANALU¹

TEKNIK KOMPUTER, FAKULTAS INFORMATIKA DAN TEKNIK ELEKTRO, INSTITUT TEKNOLOGI DEL

ABSTRACT

This research is a limestone mapping using geoelectric resistivity method conducted in the Sinampur area of Kutambaru District, Langkat Regency. Basically, the resistivity of various types of rocks that are below the ground surface is measured by injecting currents to the surface of the earth which will then produce resistivity as well as its potential. Meanwhile the Wenner-Schlumberger configuration is used to detect the distribution and depth of limestone in the area. Through the ARES G4 resistivitymeter equipped with 32 electrodes, the output of the potential difference response due to the current being injected into the ground surface is read. The 2-D inversion results (Res2Dinv) show that the Wenner-Schlumberger configuration geoelectric method can be used to determine the spread and depth of limestones and their resistivity values ranging from 500-10000 Ω m. Processing of the data examined using a softwaresurfer 10 will show the contour of each limestone point and its resistivity values ranging from 500-10000 Ω m. sounding and depicting limestone distribution zones at depths of 5 meters, 10 meters, 15 meters, 20 meters, 25 meters and 30 meters.

Keyword: Geolistrik, Wenner-Schlumberger, Res2Dinv, Surfer 10

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kekayaan alam yang sangat luar biasa. Di samping tanah yang subur, Indonesia masih banyak menyimpan kekayaan yang belum terjamah oleh tangan manusia, baik yang ada di dalam maupun permukaan bumi atau pun di luar permukaan bumi. Terkhusus untuk yang ada di dalam permukaan bumi kita, terdiri dari berbagai macam lapisan-lapisan tanah, sebagian besar terdiri dari mineral dan batuan. Untuk mengetahui secara optimal penyebaran batuan khususnya batu gamping, maka diperlukan suatu metode yang dapat digunakan untuk memprediksikan sebaran dan kedalaman batu gamping tersebut. Salah satu metode pengukuran yang dapat digunakan untuk memperkirakan jenis-jenis material di bawah permukaan tanah adalah metoda geolistrik tahanan jenis. Metode ini memanfaatkan potensial, arus, dan elektromagnetik yang diperoleh akibat penginjeksian arus ke dalam bumi. Sehingga susunan dan gambaran lapisan batuan di dalam bumi dapat kita ketahui. Pada metoda geolistrik, konfigurasi *Wenner-Schlumberger* adalah salah satu cara pendeteksian lapisan batuan yang dapat dilakukan. Konfigurasi ini sangat baik untuk mengidentifikasi batuan yang sifatnya dangkal. (Loke, 2001). Dari survei yang dihasilkan, telah dilakukan eksplorasi pengeboran untuk berbagai lokasi di Desa Sulkam. Akan tetapi metode ini hanya memberikan informasi dalam arah vertikal saja, sehingga untuk memperkirakan luas dan penyebaran batu gamping (*limestones*) dalam arah mendatar, diperlukan suatu metode survei yang lain seperti penyelidikan geolistrik. Penelitian ini merupakan survei awal dalam penyelidikan geolistrik sebagai penunjang dilakukannya eksploitasi lebih lanjut terhadap batu gamping (*limestones*). Dengan mengetahui sebaran dan kedalaman batu gamping ini, maka tim peneliti akan memperkirakan waktu maksimum (*future work*) untuk pertambangan yang telah di rencanakan.

TINJAUAN PUSTAKA

Geolistrik Metode Tahanan Jenis

Geolistrik adalah sebuah metode yang digunakan untuk mendeteksi material penyusun bawah permukaan tanah pada kedalaman tertentu. Prinsipnya adalah bahwa semua benda pada setiap lapisan tanah mempunyai nilai hambatan (*resistivity*) yang berbeda-beda apabila dialiri arus listrik. Sebagai contoh, grafit mempunyai tahanan jenis $10^{-6} \Omega\text{m}$ sedangkan kuarsit mempunyai tahanan jenis lebih dari $10^{12} \Omega\text{m}$. Secara umum batuan metamorf mempunyai tahanan jenis antara 10^2 sampai $10^8 \Omega\text{m}$, sedangkan pada batuan sedimen dan pada bahan lepas (pasir dan kerikil) bervariasi dari 1 sampai $10^4 \Omega\text{m}$. Prinsip kerja pendugaan geolistrik adalah mengukur tahanan jenis dengan menginjeksikan arus listrik ke bawah permukaan tanah melalui elektroda arus kemudian arus diterima oleh elektroda potensial. Beda potensial antara kedua elektroda tersebut diukur oleh voltmeter.

Tabel 2.1. Nilai Resistivitas Material-material Bumi

Material	Resistivity (Ohm-Meter)
Air (Udara)	
Pyrite (Pirit)	0.01-100
Quartz (Kwarsa)	500-800000
Calcite (Kalsit)	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$
Rock Salt (Garam Batu)	$30 - 1 \times 10^{13}$
Granite (Granit)	200-10000
Andesite (Andesit)	$1.7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
Basalt (Basal)	200-100000
Limestoes (Gamping)	500-10000
Sandstone (Batu Pasir)	200-8000
Shales (Batu Tulis)	20-2000
Sand (Pasir)	1-1000
Clay (Lempung)	1-100
Ground Water (Air Tanah)	0.5-300
Sea Water (Air Asin)	0.2
Magnetite (Magnetit)	0.01-1000
Dry Gravel (kerikil kering)	600-10000
Alluvium (Aluvium)	10-800
Gravel (Kerikil)	100-600

Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger

Apabila 2 pasang elektroda arus (C1 dan C2) dan pasangan elektroda potensial (P1 dan P2) diinjeksikan ke dalam permukaan bumi seperti pada Gambar 2.1, maka beda potensial antara titik P1 dan P2 dapat diukur melalui persamaan:

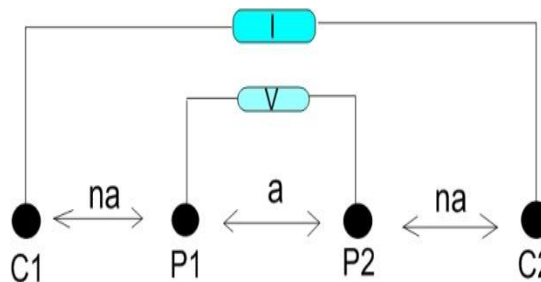
$$\nabla V = \frac{\rho I}{2\pi} \left\{ \frac{1}{C1P1} - \frac{1}{C1P2} - \frac{1}{C2P1} + \frac{1}{C2P2} \right\} \quad (2.1)$$

$$\rho_s = K \frac{\nabla V}{I} \quad (2.2)$$

K adalah faktor geometris yang bergantung pada posisi keempat elektroda yang digunakan. Sehingga,

$$K = 2\pi / \left\{ \frac{1}{C1P1} - \frac{1}{C1P2} - \frac{1}{C2P1} + \frac{1}{C2P2} \right\} \quad (2.3)$$

Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* adalah konfigurasi dengan sistem aturan spasi yang konstan dengan catatan faktor “n” untuk konfigurasi ini adalah perbandingan jarak antara elektroda C1-P1 (atau C2-P2) dengan spasi antara P1-P2 seperti pada Gambar 2.4. Jika jarak antar elektroda potensial (P1 dan P2) adalah a maka jarak antar elektroda arus (C1 dan C2) adalah 2na + a. Proses penentuan resistivitas menggunakan 4 buah elektroda yang diletakkan dalam sebuah garis lurus.



Gambar 2.1 Pengaturan elektroda konfigurasi Wenner-Schlumberger

Masing-masing konfigurasi elektroda mempunyai factor geometri yang berbeda. Dengan mensubstitusikan nilai jarak antar elektroda pada Gambar 2.1 maka faktor geometrik K untuk konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dirumuskan sebagai berikut.

$$K = 2\pi / \left(\frac{1}{na} - \frac{1}{na+a} - \frac{1}{na+a} + \frac{1}{na} \right) \quad (2.4)$$

$$K = \pi n(n + 1)a \quad (2.5)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

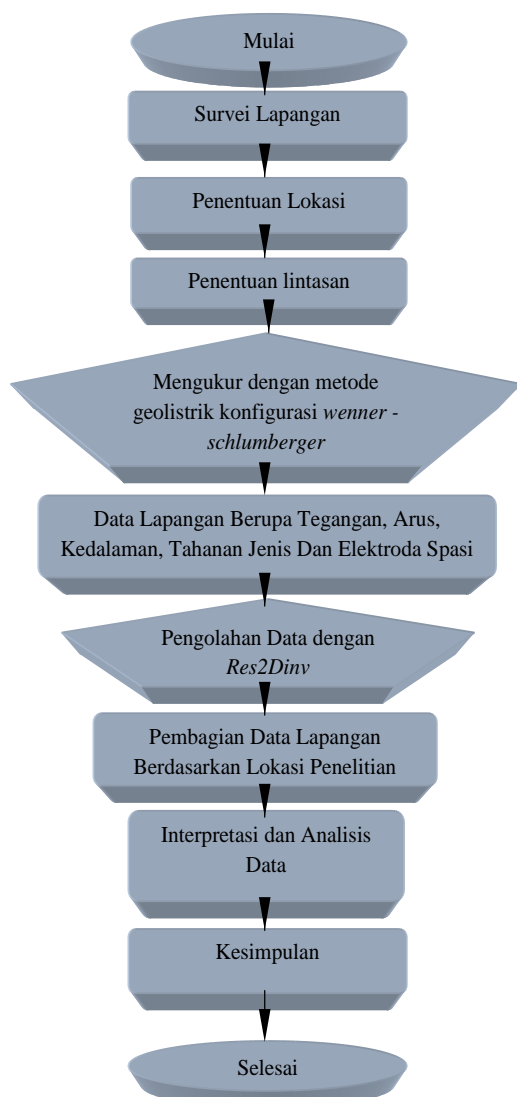
1. *Global Position System(GPS) map 76CSx*
2. Kompas
3. Geolistrik (*Resistivity meter*) *Automatic Resistivity System (ARES)-G4v4.7*, SN:0609135.
4. Kabel Elektroda - Arus
5. Sensor Elektroda dan Karet
6. Kabel Elektroda - Potensial
7. Adaptor (Battteray Accumulator)

Tabel 3.1. Spesifikasi ARES-G4 v4.7

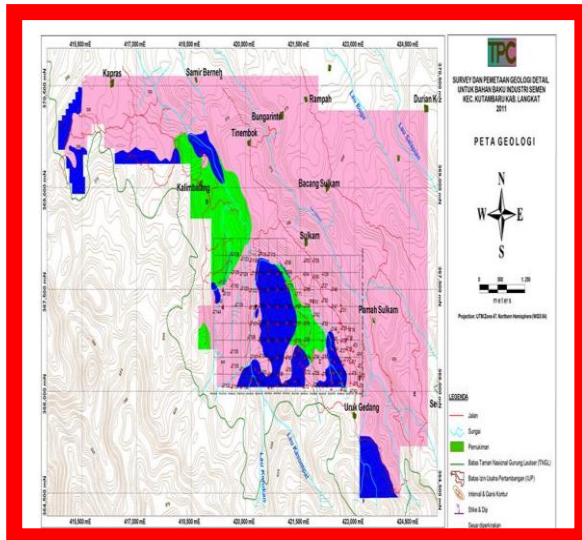
No	Elektroda arus (<i>transmitter</i>)	Spesifikasi
1	Daya	200 W (ARES-G3) 300 W (ARES-G4)
2	Tegangan	10 – 550 V (1100 Vp-p)
3	Arus	1.25 A (ARES-G3) 2.0 A (ARES-G4)
4	Ketelitian	0.5 %

No	Elektroda potensial (receiver)	Spesifikasi
5	Impedansi masukan	20 M Ω
6	Rentang tegangan masukan	5 V
7	Ketelitian	0,1 %
8	Penapis frekuensi penuh	50 – 60 Hz

Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

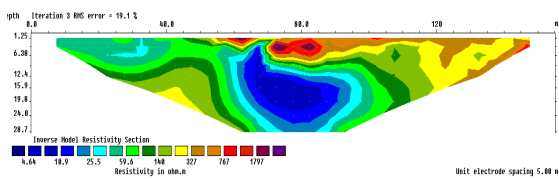


Gambar 3.2 Peta Topografi Penelitian

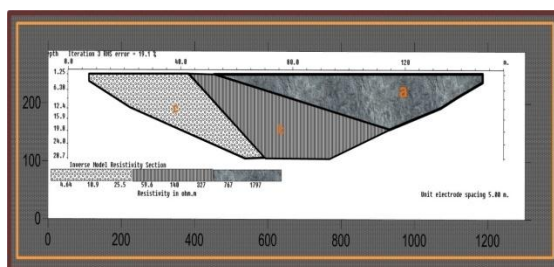
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data dengan metode geolistrik konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dilakukan dengan mengambil panjang lintasan sepanjang 155 meter dengan jarak elektroda 5 meter. Titik lokasi pengambilan data ditentukan menggunakan GPS dan terbagi dalam 18 lintasan yang dapat diamati.

1.1 Lintasan 1



Gambar 4.1. Penampang melintang resistivitas semu lintasan pertama

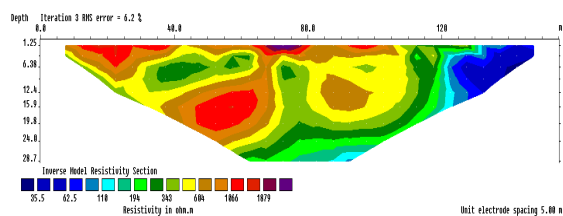


Gambar 4.2 Pembagian Lapisan Pada Penampang Melintang Lintasan 1

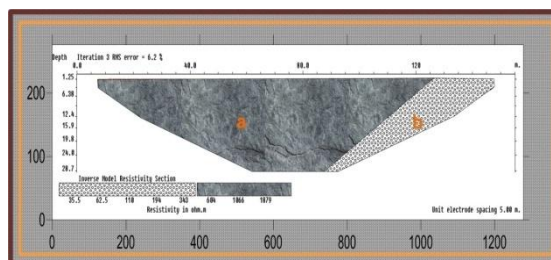
Dari pemodelan litologi pada Gambar 4.2 dengan menggunakan *software surfer 10* terlihat jelas bahwa litologi penyusun lintasan titik *sounding* 1(T 119) tersusun oleh berbagai jenis lapisan tanah, yaitu:

- lapisan a dengan nilai tahanan jenis 500-1797 Ωm diduga sebagai lapisan batu gamping (*limestones*). Hal ini dikarenakan nilai tahanan jenis lapisan ini berada pada rentang nilai tahanan jenis batu gamping yaitu 500 – 10000 Ωm . Dugaan tersebut juga dibandingkan dengan data lapangan yang menunjukkan adanya singkapan batu gamping pada lintasan tersebut.
- Lapisan b dengan tahanan jenis dari 59,6-327 Ωm diduga terdiri dari lapisan pasir dan kerikil (*sand & gravel*). Hal ini dikarenakan nilai tahanan jenis pasir dan kerikil berada pada rentang 1-1000 Ωm .
- Lapisan c dengan nilai tahanan jenis 4,64 Ωm , 10,9 Ωm dan 25,5 Ωm diduga satu lapisan yang sama yaitu lapisan lempung (*clay*). Lapisan ini diinterpretasikan sebagai akuifer karena lapisan tersebut merupakan lapisan batuan yang memiliki celah-celah atau rongga sehingga bisa diisi oleh air dan juga dapat bergerak melalui celah-celah atau rongga tersebut. Lapisan lempung ini diperkirakan terdiri dari lempungan kerikil dan lempungan pasir karena nilai tahanan jenis lapisan ini berada pada rentang nilai tahanan jenis lempung (*clay*) yaitu 1-100 Ωm .

1.2 Lintasan 10



Gambar 4.3. Penampang melintang resistivitas semu lintasan kesepuluh

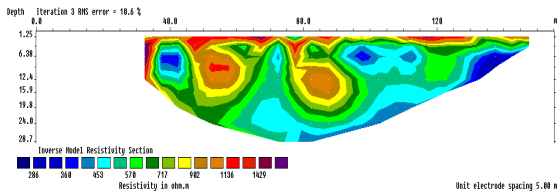


Gambar 4.4 Pembagian Lapisan Pada Penampang Melintang Lintasan 10

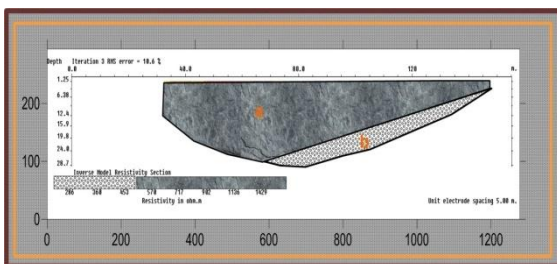
Dari pemodelan litologi pada Gambar 4.4 dengan menggunakan *software surfer 10* terlihat jelas bahwa litologi penyusun lintasan titik *sounding* 10 (T 129) tersusun oleh berbagai jenis lapisan tanah, yaitu:

- lapisan a dengan nilai tahanan jenis 500-1879 Ωm diduga sebagai lapisan batu gamping (*limestones*). Hal ini dikarenakan nilai tahanan jenis lapisan ini berada pada rentang nilai tahanan jenis batu gamping yaitu 500–10000 Ωm .
- Lapisan b dengan nilai tahanan jenis 25,5-343 Ωm diduga terdiri dari lapisan lempung (*clay*), pasir dan kerikil (*sand & gravel*). Hal ini dikarenakan lapisan tersebut berada pada rentang nilai tahanan jenis pasir dan kerikil yaitu 1-1000 Ωm . Lapisan pasir, kerikil dan lempung dapat diinterpretasikan sebagai akuifer karena lapisan tersebut merupakan lapisan batuan yang memiliki celah-celah atau rongga sehingga bisa diisi oleh air dan juga dapat bergerak melalui celah-celah atau rongga tersebut.

1.3 Lintasan 18



Gambar 4.5. Penampang melintang resistivitas semu lintasan kedelapanbelas



Gambar 4.6 Pembagian Lapisan Pada Penampang Melintang Lintasan 18

Dari pemodelan litologi pada Gambar 4.6 dengan menggunakan *software surfer 10* terlihat jelas bahwa litologi penyusun lintasan titik *sounding* 18 (T 146) tersusun oleh berbagai jenis lapisan tanah, yaitu:

- Lapisan a dengan nilai tahanan jenis 500-1429 Ωm diduga sebagai lapisan batu gamping (*limestones*). Hal ini dikarenakan nilai tahanan jenis lapisan ini berada pada rentang nilai tahanan jenis batu gamping yaitu 500–10000 Ωm .
- Lapisan b dengan tahanan jenis dari 286-368 Ωm diduga terdiri dari lapisan air tanah (*ground water*). Hal ini dikarenakan nilai tahanan jenis lapisan ini berada pada rentang tahanan jenis air tanah yaitu 0,5-300 Ωm dan juga dilihat dari data lapangan yang menunjukkan bahwa adanya air tanah yang berdekatan dengan lintasan pengukuran.

PEMETAAN

Dari hasil survey yang dilakukan, telah diketahui koordinat dari tiap lintasan pengukuran geolistrik dengan menggunakan GPS (*global position system*). Dari data GPS dan nilai resistivitas yang diperoleh, kita dapat memetakan lapisan-lapisan bawah permukaan bumi dengan menggunakan *software surfer 10*.

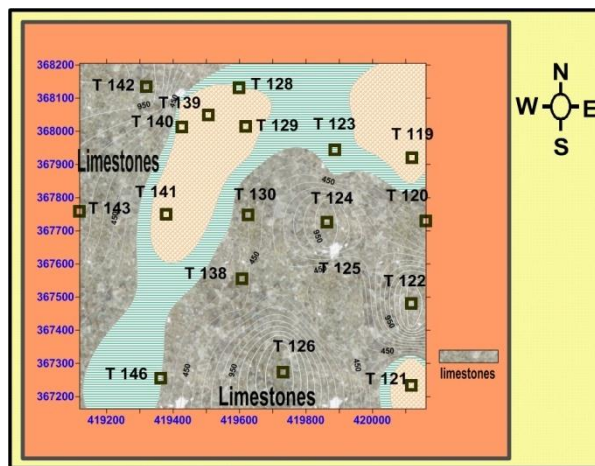
Kedalaman 5 Meter



Gambar 4.7 Kontur lintasan kedalaman 5 meter

Pola penyebaran zona batu gamping pada pemetaan ini mengarah ke selatan. Hal tersebut diamati dari indikasi dan singkapan pada permukaan lokasi pengukuran. Daerah yang diarsir menunjukkan jenis batu gamping dengan resistivitas 500-2900 Ω m. Sedangkan daerah yang diarsir dengan warna biru muda dan orange merupakan lapisan pembawa air tanah (*akuifer*) yang terdiri dari berbagai jenis material bawah permukaan seperti lempung (*clay*), pasir (*sand*) dan kerikil (*gravel*). Rapat renggangnya garis kontur menunjukkan besar kecilnya resistivitas.

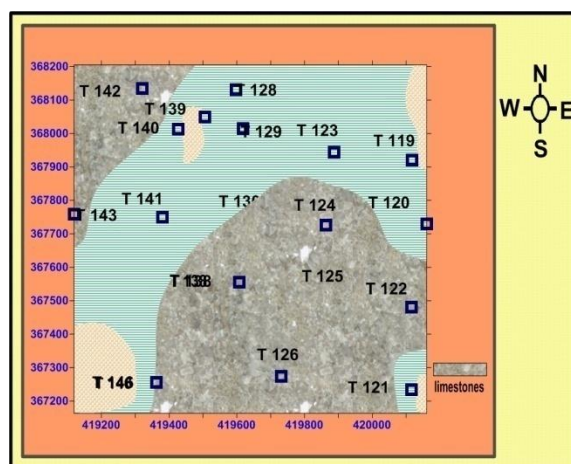
Kedalaman 10 Meter



Gambar 4.8 Kontur lintasan kedalaman 10 meter

Daerah yang diarsir menunjukkan jenis batu gamping dengan resistivitas 500-1450 Ω m. Dengan mengamati tingkat kerenggangan garis kontur pada gambar 4.38, menunjukkan bahwa resistivitas pada kedalaman 10 meter semakin lemah dibandingkan dengan resistivitas pada ke dalaman 5 meter. Hal tersebut dikarenakan pada kedalaman ini zona lapisan air tanah (*akuifer*) semakin meluas.

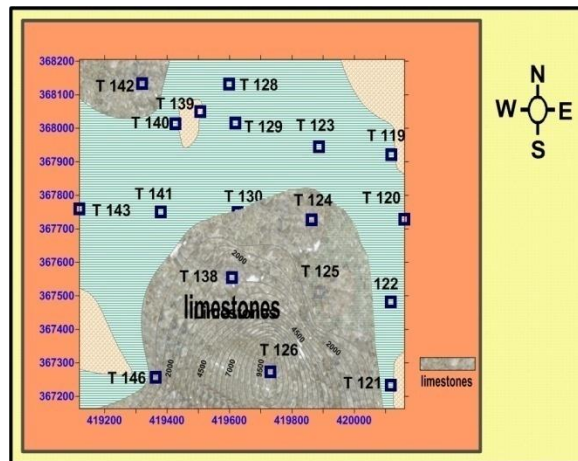
Kedalaman 15 Meter



Gambar 4.9 Kontur lintasan kedalaman 15 meter

Daerah yang tersebut menunjukkan jenis batu gamping dengan resistivitas 500-5200 Ω m. Sedangkan daerah yang diarsir oleh warna hijau muda dan orange merupakan lapisan akuifer dengan berbagai jenis material seperti lempung, pasir dan kerikil.

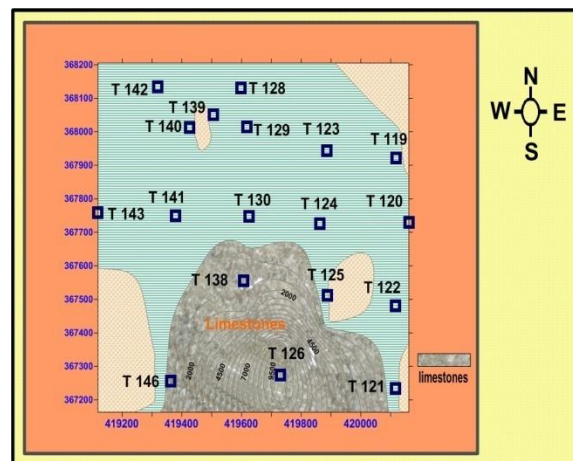
Kedalaman 20 Meter



Gambar 4.10 Kontur lintasan kedalaman 20 meter

Zona penyebaran batu gamping pada kedalaman ini mengarah ke selatan dengan nilai resistivitas yang semakin tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa persentase unsur pengotor pada batu gamping semakin sedikit. Warna biru muda dan orange pada *mapping* di atas diduga sebagai lapisan akuifer dan lempungan (*clay*) dengan nilai resistivitas kurang dari 500 Ω m.

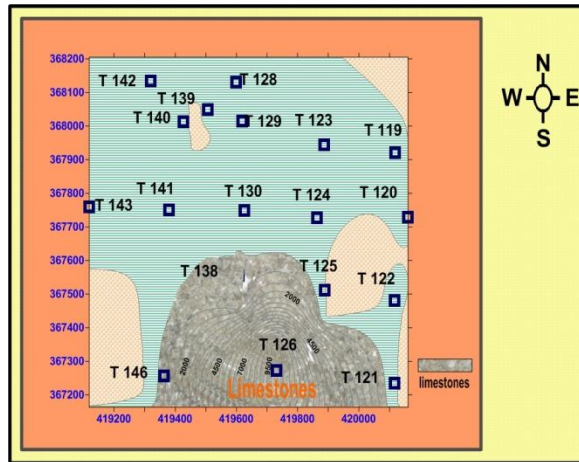
Kedalaman 25 Meter



Gambar 4.11 Kontur lintasan kedalaman 25 meter

Zona penyebaran batu gamping pada kedalaman ini mengarah ke selatan dengan nilai resistivitas yang semakin tinggi. Warna biru muda dan orange pada *mapping* di atas diduga sebagai lapisan akuifer dan lempungan (*clay*) dengan nilai resistivitas kurang dari 500 Ω m.

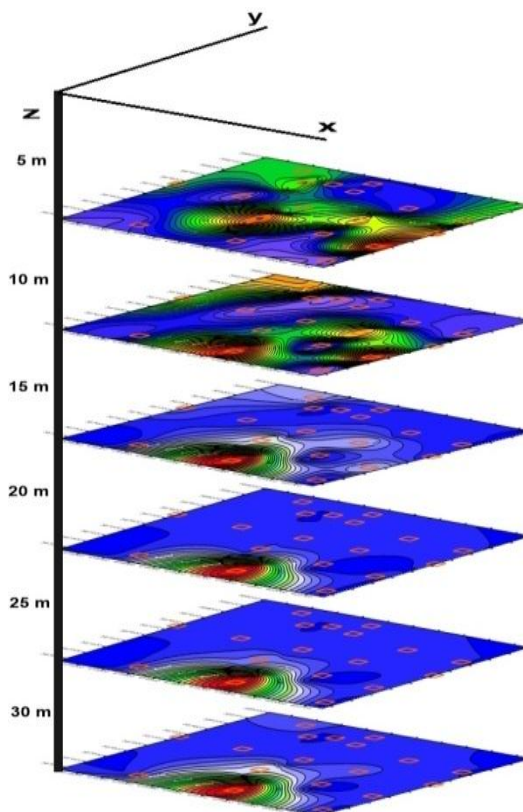
Kedalaman 30 Meter



Gambar 4.12 Kontur lintasan kedalaman 30 meter

Warna biru muda dan orange pada *mapping* di atas diduga sebagai lapisan akuifer dan lempungan (*clay*) dengan nilai resistivitas kurang dari 500 Ω m. Persentase lapisan akuifer dan lempungan pada kedalaman 30 meter lebih tinggi dibandingkan dengan batu gamping.

Penampang Gabungan



Gambar 4.13 Penampang Gabungan Hasil Pengolahan *Software Surfer 10*

Hasil pengolahan *softwaresurfer 10* menunjukkan kontur jenis material bawah permukaan pada kedalaman 5 meter, 10 meter, 15 meter, 20 meter, 25 meter dan 30 meter. Pada kedalaman 5 meter, penyebaran batu gamping hampir terdapat di semua titik *sounding* lintasan. Sedangkan pada kedalaman 10 meter hingga 30 meter, penyebaran zona batu gamping hanya terdapat di bagian Selatan daerah penelitian. Dilihat dari pola penyebaran batu gamping pada setiap kedalaman, kedalaman 5 meter hingga 30 meter memiliki pola penyebaran yang selaras.

KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data pada 18 lintasan yang berbeda di Desa Sulkam Kecamatan Kutambaru Kabupaten Langkat khususnya di daerah Sinampur maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada daerah tersebut terdeteksi banyak mengandung batu gamping yang diperoleh dari hasil pengambilan data dari 18 lintasan pengukuran. Dari nilai resistivitas tiap lintasan, dapat disimpulkan bahwa adanya penyebaran batu gamping di bawah permukaan pada daerah pengukuran tersebut dan penyebarannya terdapat di semua lintasan pengukuran. Dimana suatu lintasan diduga mengandung batu gamping (*limestone*) jika nilai resistivitasnya 500 Ωm – 10000 Ωm .
2. Dari pengukuran resistivitas batuan pada 18 lintasan di Desa Sulkam khususnya di daerah Sinampur, dapat kita simpulkan bahwa pada semua lintasan yang mengandung batu gamping (*limestone*) terdapat pada kedalaman yang berbeda-beda tiap lintasan. Dari 18 lintasan tersebut, lintasan ke-6 menunjukkan bahwa kedalaman batu gamping mencapai ± 28.7 meter dari permukaan tanah pada daerah pengukuran tersebut.

Saran

1. Sebaiknya penelitian tentang geolistrik dilakukan dengan berbagai konfigurasi, misalnya: *dipole-dipole*, *pole dipole* atau dengan konfigurasi lainnya.
2. Coba melakukan inverse pemodelan dengan menggunakan *software* model 3 Dimensi.
3. Sebaiknya penelitian dilakukan dengan hati-hati dan teliti, mempersiapkan semua peralatan yang akan dibutuhkan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Aizebeokhai, A.P., 2010, *2D and 3D geoelectrical resistivity imaging: theory*.

Bhattacharya P.K and Patra H.P, 1968. *Direct Current Electric Sounding*. Elsevier Publishing: Amsterdam.

Bulkis, K., Teti, Z., 2008. Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner- Schlumberger Untuk Survey Pipa Bawah Permukaan. *Jurnal*.

Geotomo Software. 2007. *Rapid 2-D Resistivity & IP Inversion Using The Least-Squares Method*. Malaysia: Penang.

Hendrajaya, L., Arif, I., 1990, *Geolistrik Tahanan Jenis*, ITB: Bandung.

Kunetz, G. 1966. *Principle of Direct Current Resistivity Prospecting*. Gebruder Borntraeger: Berlin.

Loke, M.H. 2001. *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies: A practical Guide to 2-D and 3-D Surveys*. Malaysia: Penang.

- Rauf, M., Utama, W., 2009. Aplikasi Metode Geolistrik Untuk Menentukan Cadangan Fosfat: Studi Kasus Sukolilo, Pati Jawa Tengah. *Jurnal Fisika ITS*: Surabaya.
- Sharma, Prem V. 1997. *Environmental An Engineering Geophysics*. Cambridge University Press: United Kingdom.
- Telford, W.M, Geldard, L.P. Sheriff. 1976. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press: London.
- Todd, D.K. 1980. *Groundwater Hydrology*. New York.
- Van Nostrand, Robert, G., Kenneth, L., Cook., 1996, *Interpretation of Resistivity Data*. Washington: Geological.
- Wahyono, S.C. 2010. Pendugaan Lapisan Akuifer Berdasarkan Kelistrikan Bumi Di Kab. Kotabaru Kalimantan Selatan. *Jurnal Fisika Flux* 7.
- Zohdy, A. A. R, Eaton, G. P dan Mabey, D.R. 1980. *Application of Surface Geophysics to Groundwater Investigation*. United States Department of The Interior: Washington.