

Berdasarkan kandungan fosil pada Formasi Wonosari, fosil foraminifera besar dan kecil yang melimpah, diantaranya *Lepidocyclina sp.* dan *Miogypsina sp.*, diperkirakan umur formasi ini adalah Miosen Tengah hingga Pliosen. Lingkungan pengendapannya adalah laut dangkal (zona neritik) yang mendangkal ke arah selatan.

B. Geomorfologi

Karst berasal dari bahasa Slovenia Kras yang berarti lahan gersang berbatu. Ford dan Williams (1989) mendefinisikan karst sebagai medan dengan kondisi hidrologi yang khas akibat dari batuan yang mudah larut dan mempunyai porositas sekunder yang berkembang baik. Karst dapat diketahui oleh ciri-ciri sebagai berikut :

1. Terdapat cekungan tertutup atau lembah kering dalam berbagai ukuran dan bentuk
2. Terdapat goa dari sistem drainase bawah tanah
3. Drainase atau sungai permukaan langka

Proses pembentukan karst atau karstifikasi didominasi oleh proses pelarutan. Proses pelarutan diawali oleh larutnya CO_2 di dalam air membentuk H_2CO_3 . Larutan H_2CO_3 tidak stabil terurai menjadi H^+ dan HCO_3^{2-} . Ion H^+ kemudian menguraikan CaCO_3 menjadi Ca^{2+} dan HCO_3^{2-} .

Proses karstifikasi dipengaruhi oleh dua kelompok faktor yaitu faktor pengontrol dan faktor pendorong. Faktor pengontrol berfungsi menentukan keberlangsungan proses karstifikasi, sedangkan faktor pendorong berfungsi menentukan kecepatan dan kesempurnaan proses karstifikasi.

Faktor pengontrol :

- Batuan mudah larut, kompak, tebal, dan mempunyai banyak rekahan
- Curah hujan yang cukup (>250 mm/tahun)
- Batuan terekspos di ketinggian yang memungkinkan perkembangan sirkulasi air secara vertikal

Faktor pendorong :

- Temperatur
- Penutupan lahan

C. Metode VLF

Metode elektromagnetik biasanya digunakan untuk eksplorasi benda-benda konduktif. Perubahan komponen medan akibat variasi konduktivitas dimanfaatkan untuk menentukan struktur bawah permukaan. Medan elektromagnetik yang digunakan dapat diperoleh dengan sengaja membangkitkan medan elektromagnetik di sekitar daerah observasi. Pengukuran semacam ini disebut teknik pengukuran aktif. Metode ini kurang praktis dan daerah observasi dibatasi oleh besarnya sumber yang dibuat. Teknik pengukuran lain adalah teknik pengukuran pasif. Teknik ini memanfaatkan medan elektromagnetik yang berasal dari sumber yang tidak sengaja dibangkitkan. Gelombang elektromagnetik seperti ini berasal dari alam dan dari pemancar frekuensi rendah (15-30 kHz)-teknik ini lebih praktis dan mempunyai jangkauan daerah pengamatan yang luas (Santos, 2006).

D. Rapat Arus Ekuivalen

Rapat arus ekuivalen terdiri dari arus yang menginduksi konduktor dan arus yang terkonsentrasi dalam konduktor dari daerah sekelilingnya yang kurang konduktif. Asumsi untuk menentukan rapat arus yang menghasilkan medan magnetik yang identik dengan medan magnetik yang diukur. Secara teori, kedalaman semua rapat arus ekuivalen memberikan gambaran indikasi tiap-tiap kedalaman variasi konsentrasi arus.

$$\frac{\Delta Z}{2\pi} I_a \left(\frac{\Delta x}{2} \right) = -0.205H_{-2} + 0.323H_{-1} - 1.446H_0 + 1.446H_{+1} - 0.323H_{+2} + 0.205H_{+3}$$

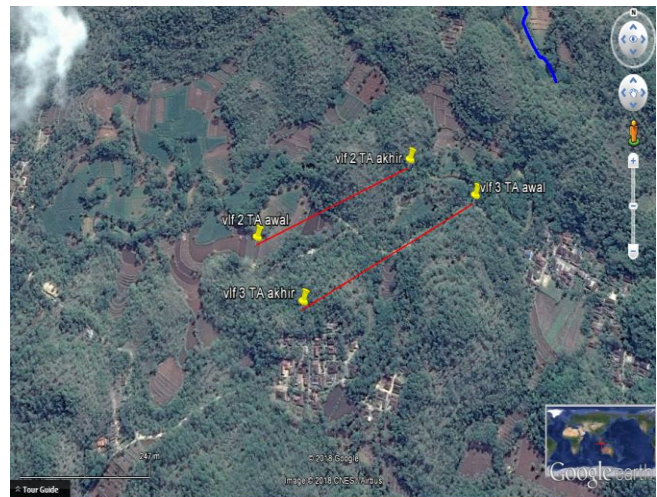
(2.6)

Persamaan filter linear (Karus dan Hjelt) di atas adalah persamaan untuk menentukan rapat arus ekuivalen dan merupakan filter terpendek yang memberikan kesalahan kurang dari 8% untuk medan dari lintasan arus tunggal.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di area Kuniran, Pacitan dengan koordinat 498304 m E, 9100386 m S. Terdapat dua lintasan yang diukur dengan panjang 350 meter dan 400 spasi antar elektroda 10 meter.



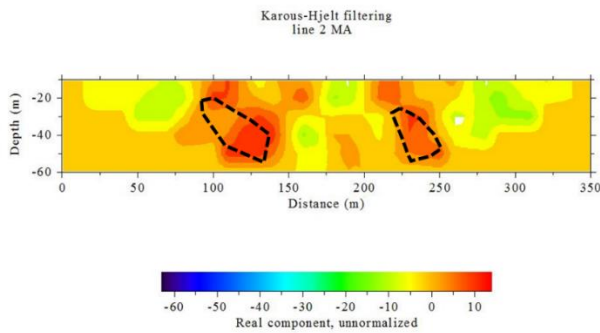
Gambar 2. Lokasi penelitian

B. Alur pengerjaan

Penelitian ini dimulai dengan mengukur data tilt dan elips dengan arah antenna selatan di lokasi penelitian. Data yang dihasilkan lalu diolah menggunakan software Kh.jelt filter dan Surfer untuk menghasilkan penampang Rapat Arus Ekuivalen. Penampang tersebut kemudian diinterpretasi dengan mengidentifikasi nilai Rapat Arus Ekuivalen tinggi dianggap rongga berisi air/ sistem sungai bawah tanah.

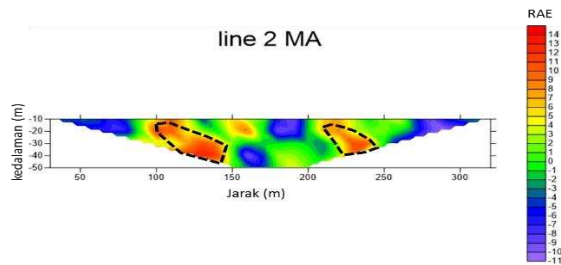
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Lintasan 1



Gambar 3 Hasil Filter K.arous HJelt lintasan VLF 1

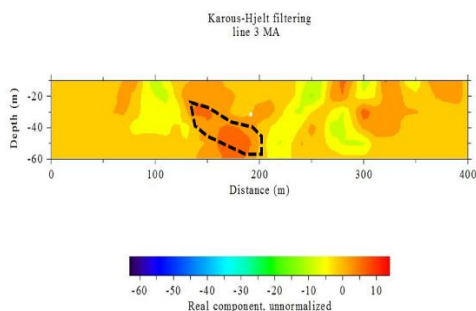
Gambar 3 menjelaskan hasil pengolahan *filter karous hjelt* menggunakan *software Khjelt*, terlihat bahwa anomali yang bersifat konduktivitas tinggi berada pada jarak 100-150 meter dengan perkiraan kedalaman 30-60 meter dan anomali konduktivitas pada jarak 220-240 meter dengan perkiraan kedalaman 30-50 meter. Konduktivitas tinggi diidentifikasi sebagai anomali rongga berisi air/ sistem sungai bawah tanah, Skala *Real component* merupakan skala Rapat Arus Ekuivalen(RAE).



Gambar 4 Penampang RAE surfer lintasan VLF 1

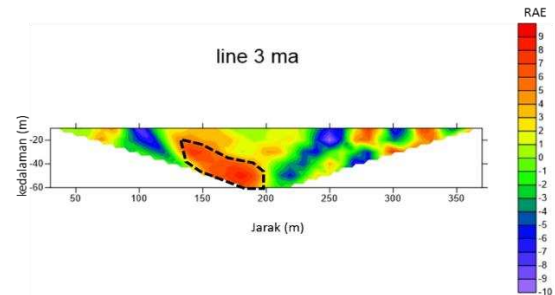
Gambar 4 merupakan penampang RAE dari lintasan VLF 1 berupa anomali konduktivitas tinggi RAE berkisar 7,46-13,58 pada jarak 110-140 meter dengan perkiraan kedalaman 20-40 meter, dan anomali RAE berkisar 6,31-11,22 pada jarak 210-240 meter dengan perkiraan kedalaman 20-30 meter (warna kuning dan merah).

B. Lintasan 2



Gambar 5 Hasil Filter K.arous HJelt lintasan VLF 2

Gambar 5 menjelaskan hasil pengolahan *filter karous hjelt* menggunakan *software Khjelt*, terlihat bahwa anomali yang bersifat konduktivitas tinggi berada pada 110-190 meter dengan perkiraan kedalaman 30-60 meter dan anomali konduktivitas pada jarak 300-330 meter dengan perkiraan kedalaman 30-50 meter. Konduktivitas tinggi diidentifikasi sebagai anomali rongga berisi air penuh / sistem sungai bawah tanah dan diduga berupa batuan dalam struktur sungai bawah tanah yang mengalirkan air. Skala *Real component* merupakan skala Rapat Arus Ekuivalen(RAE).



Gambar 6 Penampang RAE surfer lintasan VLF 2

Gambar 6 merupakan penampang RAE dari lintasan VLF 2 berupa anomali konduktivitas tinggi RAE berkisar 5-8,6 pada jarak 150-180 meter dengan perkiraan kedalaman 20-40 meter, dan anomali RAE berkisar 5,8-8,8 pada jarak 280-300 meter dengan perkiraan kedalaman 20-40 meter (warna kuning dan merah).

V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan hasil interpretasi Rapat Arus Ekuivalen setiap Lintasan daerah penelitian, diindikasikan sebagai sistem bawah yang bernilai tanah bernilai Rapat Arus Ekuivalen Tinggi berkisar 4,07-13,96 yang tersebar pada kedalaman 10-50 meter dengan arah timur ke barat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bahri, A.S., B. Jaya, & W. Sugeng. 2009. Pemetaan Sungai Bawah Permukaan di Wilayah Karst Seropan Gunungkidul Menggunakan Metoda Geofisika VLF-EM-vGRAD. Disertasi. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [2] Bemmelen, van, R.W., 1949, The Geology of Indonesia, Martinus Nyhoff, The Haque, Nederland.
- [3] Ford, D. and Williams, P. 1992. Karst Geomorphology and Hydrology, Chapman and Hall, London
- Samodra, dkk. 1992. Geologi regional jawa timur. Link : <http://suarageologi.blogspot.co.id/2010/11/geologi-regiaonal-jawa-timur.html>
- Santos, Fernando A.M. at al. 2006. Mapping groundwater contamination around a landfill facility using a VLF-EM method-A case study. Centro de Geofisika da Universiadade lisboa. Lisbon.