

**POLA SEBARAN LIMBAH TPA
STUDI KASUS DI JATIBARANG SEMARANG**
(Waste Distribution Pattern Cese Study in TPA Jatibarang Semarang)

Supriyadi *, Khumaedi *, Panca R.N *

*Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang

Jl. Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

e-mail: pryfis@yahoo.com

Diterima: 14 Desember 2013

Disetujui: 28 Februari 2013

Abstrak

TPA Jatibarang merupakan tempat pembuangan akhir di Semarang yang lokasinya dekat dengan pemukiman penduduk. Penumpukan sampah di TPA Jatibarang yang sudah semakin banyak dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan, untuk itu perlu dilakukan penelitian di TPA Jatibarang dengan tujuan untuk mengetahui sebaran limbahnya. Pendugaan sebaran limbah di bawah permukaan tanah dapat dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis. Pengambilan data dengan Resistivity meter Geosound GL-4100 menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi *Schlumberger*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rembesan limbah di TPA Jatibarang sebarannya hampir merata dari bentangan 2 meter sampai 135 meter mencapai kedalaman 37,7 meter ke arah selatan, pada titik sounding 4 penginjeksiannya di perkampungan yang letaknya sebelah Timur dari lokasi TPA sebarannya berasal dari bentangan 2 meter sampai 60 meter pada kedalaman 8,62 meter dan dari bentangan 98 meter sampai 135 meter pada kedalaman 30,3 meter. Pada titik sounding 5 penginjeksiannya di perkampungan yang letaknya sebelah barat lokasi TPA sebarannya berasal dari bentangan 2 meter sampai 18 meter dan 50 meter sampai 70 meter pada kedalaman 19,1 meter dan pada bentangan 82 meter sampai 135 meter pada kedalaman 19,1 meter sampai 37,7 meter. Disimpulkan bahwa sebaran limbah di TPA Jatibarang ke arah selatan menuju sungai Kreo dan sebaran limbahnya juga sampai ke pemukiman penduduk di Kelurahan Bambankerep Kecamatan Ngaliyan Kota Semarang yang lokasinya sebelah Barat dan Timur dari TPA Jatibarang.

Kata Kunci : Geolistrik, Resistivitas, Limbah, TPA Jatibarang

Abstract

TPA Jatibarang are landfills located in Semarang is close to settlements. Accumulation of rubbish in landfill Jatibarang who is getting a lot can cause environmental pollution, it is necessary to do research on landfill Jatibarang in order to know the distribution of its waste. Estimation of the distribution of waste below the ground surface can be performed using geoelectric resistivity method. Resistivity meter Geosound data retrieval using geoelectric resistivity Schlumberger configuration.

The data processing software Res2Dinv3.56 at the point of sounding 2 seepage of waste in landfill Jatibarang its spread almost evenly from a stretch of 2 meters to 135 meters to reach a depth of 37.7 meters to the south, injection at the point of sounding a 4 in the township which lies east of spreading from the landfill comes from a stretch of 2 meters to 60 meters at a depth of 8.62 meters and from a stretch of 98 meters to 135 meters at a depth of 30.3 meters, and injection at the point of sounding a 5 in the township which lies west of the landfill spreading virgin stretch of 2 meters to 18 meters and 50 meters to 70 meters at a depth of 19.1 meters and on a stretch of 82 meters to 135 meters from a depth of 19.1 meters to 37.7 meters. The conclusions of this analysis, the distribution of waste in the landfill

Jatibarang to the south towards the river Kreo and distribution of waste is also up to the settlement population in the village Bambankerep Ngaliyan district of Semarang, which are located to the west and east of the landfill Jatibarang.

Keywords: Geoelectric, resistivity, waste, TPA Jatibarang

PENGANTAR

Sejalan dengan meningkatnya populasi manusia, pencemaran air permukaan, dan air tanah cenderung meningkat terutama yang diakibatkan oleh penumpukan sampah sehingga akan mengganggu kesehatan masyarakat pada umumnya. Pencemaran adalah suatu penyimpangan dari keadaan normalnya. Jadi pencemaran air tanah adalah suatu keadaan, di mana air tersebut telah mengalami penyimpangan dari keadaan normalnya. Keadaan normal air masih tergantung pada faktor penentu, yaitu kegunaan air itu sendiri dan asal sumber air (Wardhana, 1995).

Semarang adalah kota yang komplek dengan penduduk yang cukup banyak dan pemukiman yang cukup banyak, sehingga perlu diperhatikan pemukiman-pemukiman yang diduga dekat dengan sumber limbah. TPA Jatibarang merupakan salah satu sumber limbah di Semarang di mana lokasinya dekat dengan pemukiman penduduk. Berdasarkan data dari Dinas Kebersihan kota Semarang tahun 2002 menunjukkan bahwa komposisi sampah yang masuk ke TPA Jatibarang 61,95% terdiri dari sampah organik dan 38,05% sampah anorganik. Air *leachate* yang dihasilkan disalurkan ke bak-bak penampungan untuk diolah lebih lanjut. Namun metode ini juga memiliki beberapa kelemahan yang paling menonjol adalah potensi pencemaran air tanah oleh air *leachate*. Mahal dan sulitnya pengolahan sampah sesuai sistem *sanitary landfill* merupakan salah satu alasan mengapa dalam pelaksanaannya ada yang *sanitary landfill* dan ada yang *open dumping* sehingga timbul urugan liar. Urugan liar ini merupakan sumber bau, gas buang yang memungkinkan timbulnya peledakan, dan menambah pencemaran air melalui rembesan air

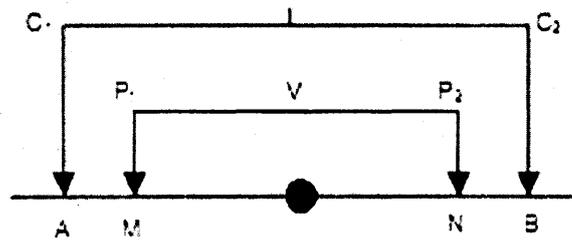
leachate ke air tanah atau ke air bawah tanah (Bennet, 1997).

Air *leachate* yang masuk ke dalam air tanah atau sungai akan menimbulkan pencemaran. Hal ini berbahaya bagi pemukiman disekitarnya yang berjarak \pm 300 meter dan pemukiman disekitar sungai Cebong, sungai Kreo, dan sungai Kaligarang. Bila hal ini dibiarkan akan timbul masalah yang lebih luas bagi penduduk kota Semarang. Untuk tindakan pengawasan maka perlu dilakukan survei untuk mengetahui jenis polutan dan bagaimana penyebaran polutannya (Kartini dan Danusaputro, 2005). Untuk itu perlu adanya penelitian terhadap penyebaran polutan pada daerah yang terkontaminasi. Pendugaan sebaran kontaminasi bawah permukaan dapat dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis.

Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di permukaan bumi (Hendrajaya dan Arif, 1990). Prinsip kerja metode tersebut adalah mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan cara mendeteksinya di permukaan bumi. Pengukuran dengan konfigurasi *Schlumberger* ini menggunakan 4 elektroda, masing-masing 2 elektroda arus dan 2 elektroda potensial seperti terlihat pada Gambar 1 (Hendrajaya dan Arif, 1990).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka yang menjadi permasalahan utama dalam penelitian ini adalah bagaimana pola sebaran kedalaman limbah dan bagaimana persebaran limbah TPA Jatibarang ke daerah-daerah di sekitarnya.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai resistivitas bawah permukaan di TPA Jatibarang dengan menggunakan metode geolistrik tahanan



Gambar 1. Susunan elektroda konfigurasi Schlumberger

jenis konfigurasi Schlumberger dan mengetahui pola sebaran kedalaman limbah di lingkungan TPA Jatibarang.

METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi *Schlumberger*. Pelaksanaan penelitian yang menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi *Schlumberger* terdiri dari 5 titik pengukuran dengan panjang lintasan 135 meter yang dapat dilihat pada Gambar 2. Lokasi pengambilan data berada di Kelurahan Kedungpane Kecamatan Mijen Kota Semarang dan Kelurahan Bambankerep Kecamatan Ngaliyan Kota Semarang di lima titik sounding, yaitu:

Titik sounding 1 dengan koordinat $110^{\circ} 21' 34,6''$ BT, $07^{\circ} 01' 34,1''$ LS. Pengambilan data dilaksanakan di lokasi TPA dengan arah bentangan dari barat ke timur.

Titik sounding 2 dengan koordinat $110^{\circ} 21' 30,6''$ BT, $07^{\circ} 01' 36,7''$ LS dilaksanakan di lokasi TPA dengan arah bentangan dari utara ke selatan.

Titik sounding 3 dengan koordinat $110^{\circ} 21' 25,1''$ BT, $07^{\circ} 01' 07,1''$ LS dilaksanakan di depan pintu gerbang TPA dengan arah bentangan dari barat laut ke tenggara.

Titik sounding 4 dengan koordinat $110^{\circ} 21' 30''$ BT, $07^{\circ} 01' 04,9''$ LS dilaksanakan di perumahan penduduk dengan arah bentangan dari barat laut ke tenggara.

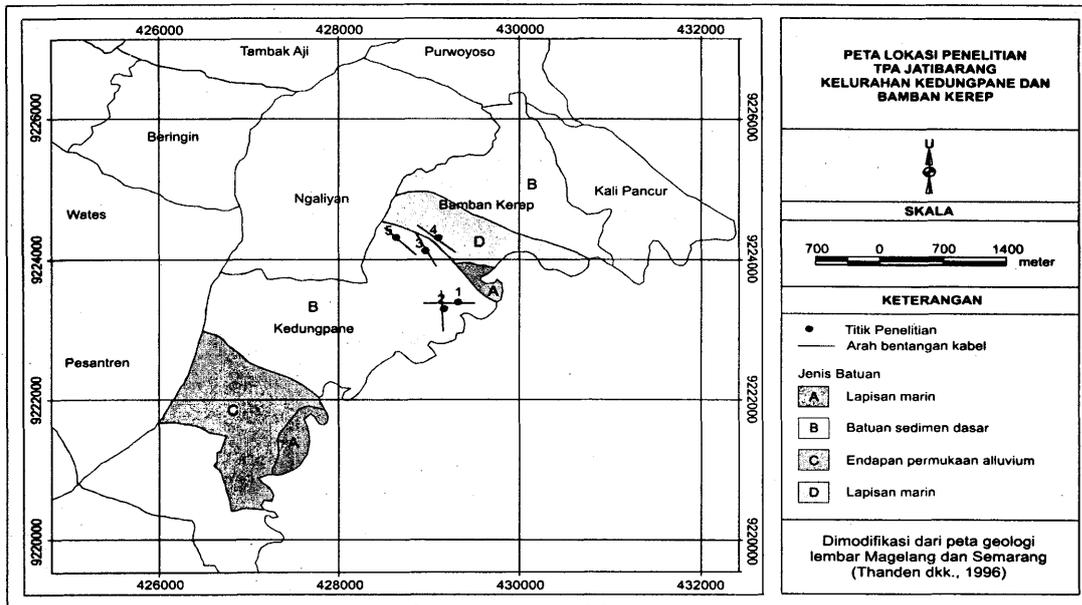
Titik sounding 5 dengan koordinat $110^{\circ} 21' 14,9''$ BT, $07^{\circ} 01' 01,7''$ LS dengan arah bentangan dari barat laut ke tenggara. Dari data resistivitas batuan dan kondisi geologi didapat batuan penyusun pada titik sounding

1 terdiri dari batu pasir tufaan dan batu lempung, pada titik sounding 2 dan titik sounding 3 terdiri dari batu pasir tufaan, batu lempung, breksi vulkanik, konglomerat, batu gamping, dan napal pada titik sounding 4 terdiri dari batu pasir tufaan dan batu lempung pada titik sounding 5 terdiri dari batu pasir tufaan, batu lempung, batu gamping, dan napal. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Resistivity meter Geosound GL-4100. Hasil pengukuran selanjutnya diolah dengan komputer menggunakan perangkat lunak Res2Dinv 3.56.

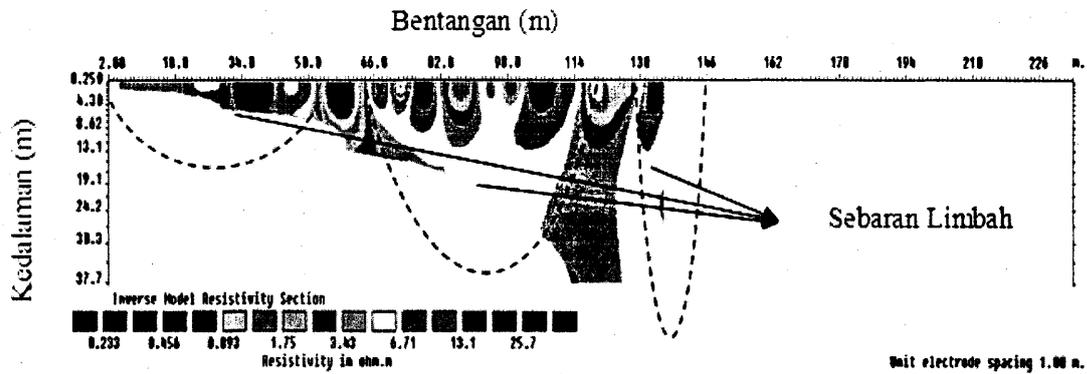
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis data yang disesuaikan dengan hasil referensi resistivitas limbah, resistivitas batuan, dan kondisi geologi maka diperoleh nilai resistivitas pada setiap titik sounding. Secara umum dari semua hasil data yang diperoleh menunjukkan nilai resistivitas rendah, yang berarti kondisi bawah permukaan di TPA Jatibarang memiliki nilai konduktivitas yang sangat tinggi atau batuan dan material penyusunnya merupakan konduktor yang baik sampai konduktor pertengahan yaitu sekitar $10^{-8} < \rho < 1 \Omega\text{m}$ sampai $1 < \rho < 10^7 \Omega\text{m}$.

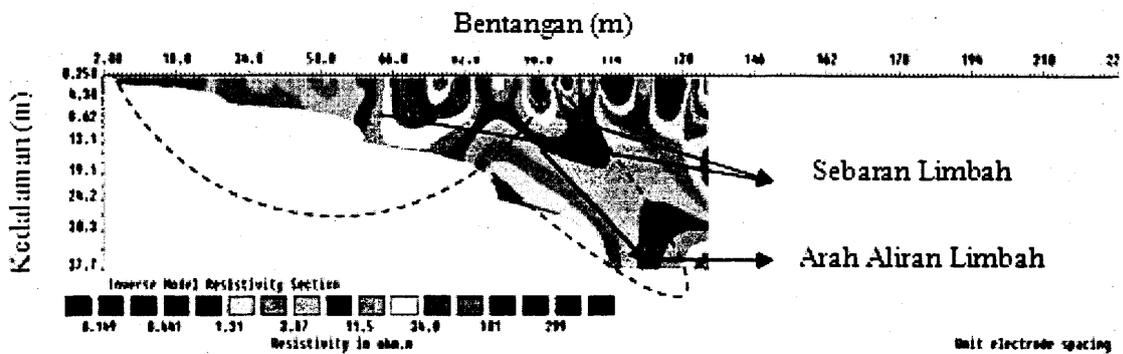
Jika hasil dari analisis data yang disesuaikan dengan kondisi geologi setempat sesuai dengan nilai resistivitasnya yaitu yang terdiri dari batu pasir tufaan, breksi vulkanik, konglomerat, batu lempung, batu gamping, dan napal dengan variasi nilai porositasnya dari rendah, sedang, sampai tinggi di mana batu pasir



Gambar 2. Lokasi titik dan arah bentangan kabel untuk survei geolistrik di TPA Jatibarang



Gambar 3. Penampang resistivitas tanah TPA Jatibarang titik sounding 1



Gambar 4. Penampang resistivitas tanah TPA Jatibarang titik sounding 2

tufaan dengan sifat porousnya. Selain itu lokasi TPA Jatibarang tergolong dalam daerah resapan zona aman 4 di mana produktivitas akuifernya rendah sehingga limbah di TPA Jatibarang dapat terinfiltrasi dengan baik terutama pada saat hujan atau kondisi tanah basah.

Berikut ini dijelaskan hasil pengukuran geolistrik di masing-masing titik sounding

Titik sounding 1

Hasil analisis titik sounding 1 di mana penginjeksiannya di lakukan di lokasi TPA Jatibarang didapatkan jenis limbahnya yaitu sampah pada medium tanah, sampah pada medium campuran pasir dan tanah, dan cairan lindi.

Berdasarkan hasil analisis data yang bersesuaian dengan hasil referensi resistivitas limbah, resistivitas batuan, dan kondisi geologi, maka pada Gambar 3 diperoleh jenis limbah dengan nilai resistivitasnya yaitu sampah pada medium tanah dengan nilai resistivitas 6,71 Ωm –31,9 Ωm , sampah pada medium campuran pasir dan tanah dengan nilai resistivitasnya 13,1 Ωm –32 Ωm , dan cairan lindi dengan nilai resistivitasnya 13,1 Ωm –32 Ωm . Sebaran limbah berada pada bentangan 2 meter sampai 50 meter dan rembesannya sampai pada kedalaman 8,62 meter, bentangan 65 meter sampai 115 meter rembesannya sampai pada kedalaman 27,25 meter, dan bentangan 130 meter sampai 135 meter juga terlihat bentuk rembesan limbahnya sampai pada kedalaman 37,7 meter.

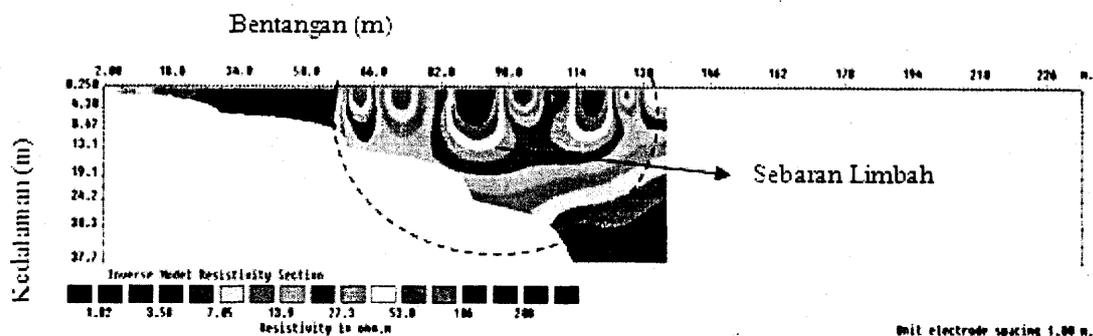
Titik sounding 2

Berdasarkan hasil analisis data yang bersesuaian dengan hasil referensi resistivitas limbah, resistivitas batuan, dan kondisi geologi, maka pada Gambar 4 diperoleh jenis limbah yaitu sampah pada medium pasir dengan nilai resistivitas 34 Ωm –101 Ωm , sampah pada medium tanah dengan nilai resistivitas 3,87 Ωm –34 Ωm , sampah pada medium campuran pasir dan tanah dengan nilai resistivitas 11,5 Ωm –101 Ωm , cairan lindi dengan nilai resistivitas 11,5 Ωm –101 Ωm , dan polutan pada medium pasir dengan nilai resistivitas 34 Ωm –398 Ωm . Sebaran limbah pada bentangan 2 meter sampai 114 meter dan rembesan limbahnya sampai pada kedalaman 19,1 meter dengan aliran limbahnya sampai kedalaman 37,7 meter dari bentangan 98 meter sampai 135 meter.

Titik sounding 3

Pada titik sounding 3 penginjeksiannya dilakukan di depan pintu gerbang TPA Jatibarang Semarang yang sangat dekat dengan tumpukan sampah.

Berdasarkan hasil analisis data yang bersesuaian dengan hasil referensi resistivitas limbah, resistivitas batuan, dan kondisi geologi, maka pada Gambar 5 diperoleh jenis limbah dengan nilai resistivitas yaitu sampah pada medium tanah dengan nilai resistivitas 7,05 Ωm –53,8 Ωm , sampah pada medium pasir dengan nilai resistivitas 27,3 Ωm –106 Ωm , sampah pada medium campuran pasir dan tanah dengan nilai resistivitas 13,9 Ωm –



Gambar 5. Penampang resistivitas tanah TPA Jatibarang titik sounding 3

106 Ω m, cairan lindi dengan nilai resistivitas 13,9 Ω m–106 Ω m, dan polutan pada medium pasir dengan nilai resistivitas 53,8 Ω m–259 Ω m. Sebaran limbahnya merata dari bentangan 60 meter sampai 135 meter.

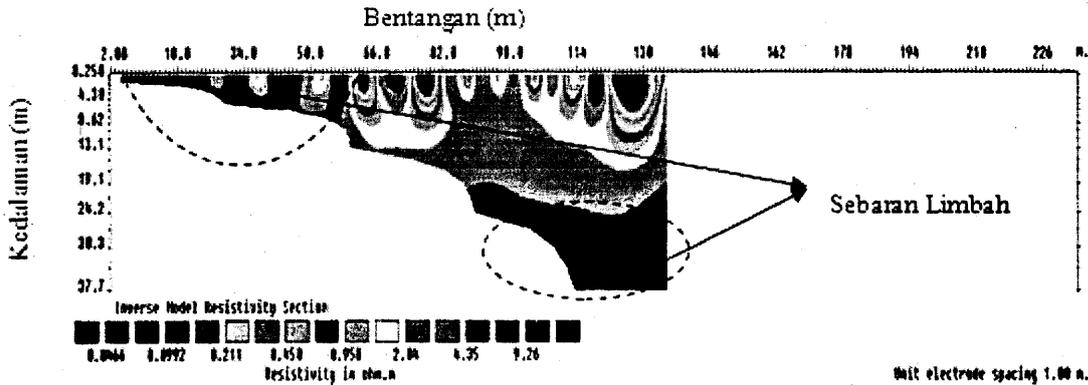
Titik sounding 4

Berdasarkan hasil analisis data yang bersesuaian dengan hasil referensi resistivitas limbah, resistivitas batuan, dan kondisi geologi, maka pada Gambar 6 diperoleh jenis limbah dengan nilai resistivitas yaitu sampah pada medium tanah dengan nilai resistivitas 9,26 Ω m–11,715 Ω m. Pendugaan sebarannya berasal dari bentangan 2 meter sampai 60 meter dan menyebar sampai pada kedalaman 8,62 meter dan dari bentangan 98 meter sampai 135 meter pada kedalaman 30,3 meter.

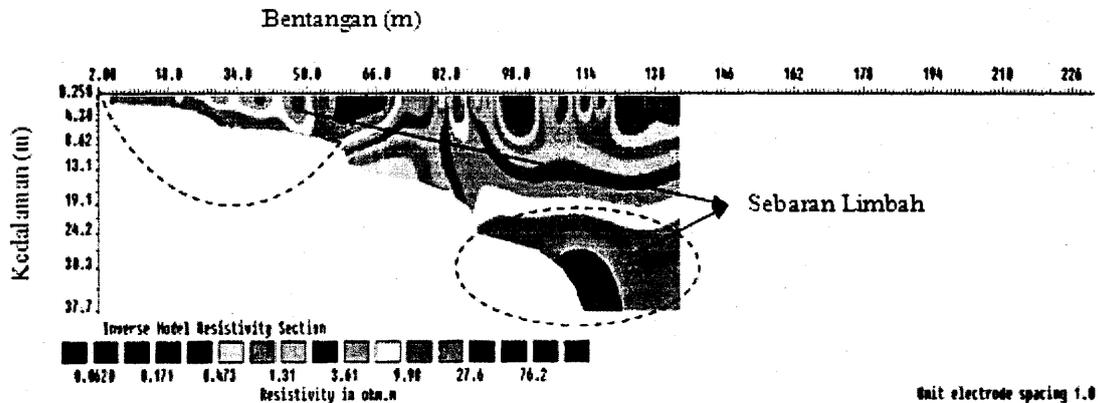
Titik penginjeksiannya di suatu perkampungan yang letaknya paling dekat dengan TPA Jatibarang jaraknya sekitar 100 meter–200 meter dari tumpukan sampah, sehingga sebaran limbah TPA Jatibarang sudah sampai ke perkampungan.

Titik sounding 5

Hasil pengolahan data pada titik sounding 5 seperti pada Gambar 7 yang menunjukkan bahwa hasil analisis data yang bersesuaian dengan hasil referensi resistivitas limbah, resistivitas batuan, dan kondisi geologi, diperoleh jenis limbah dengan nilai resistivitas yaitu sampah pada medium tanah dengan nilai resistivitas 9,98 Ω m–76,2 Ω m, sampah pada medium pasir dengan nilai resistivitas 27,6 Ω m–100,5 Ω m, cairan lindi dengan nilai resistivitas 9,98 Ω m–100,5 Ω m, dan polutan pada medium



Gambar 6. Penampang resistivitas tanah TPA Jatibarang titik sounding 4



Gambar 7. Penampang resistivitas tanah TPA Jatibarang titik sounding 5

pasir dengan nilai resistivitas $76,2 \Omega\text{m}$ – $100,5 \Omega\text{m}$. Sebaran limbahnya dari bentangan 2 meter sampai 18 meter dan 50 meter sampai 70 meter sampai menyebar pada kedalaman 13,1 meter. Pada bentangan 82 meter sampai 135 meter sebarannya mulai pada kedalaman 19,1 meter sampai 37,7 meter.

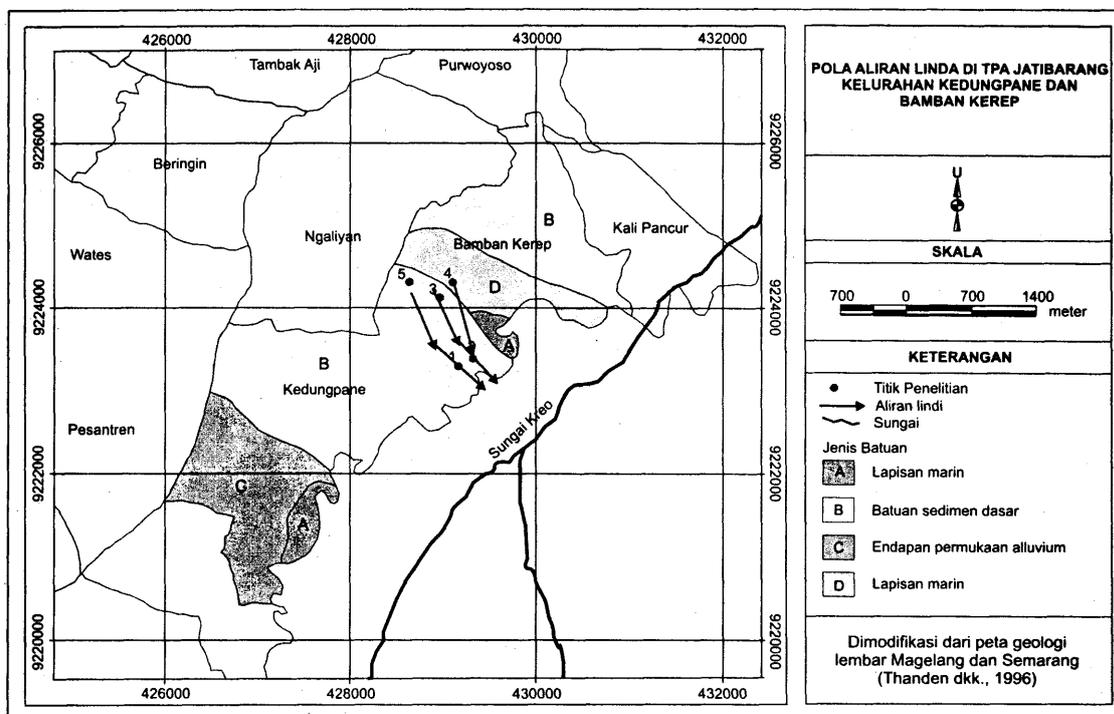
Pada titik sounding 5 ini penginjeksiannya berada di perumahan yang jaraknya sekitar 150 meter–200 meter dari TPA Jatibarang, dimana permukaan tanahnya lebih tinggi dari lokasi TPA Jatibarang sehingga persebarannya berada di bawah permukaan tanah mulai pada kedalaman 19,1 meter ke arah gravitasi bumi yang diduga rembesannya berasal dari TPA Jatibarang.

Analisis sebaran lindi

Berdasarkan penampang resistivitas pada titik sounding 2 (Gambar 4) dan arah bentangan survei geolistrik dari utara ke selatan, terlihat bahwa limbah lindi pada titik tersebut arah alirannya ke selatan

menuju sungai Kreo (Gambar 8). Aliran lindi yang menuju sungai Kreo terbawa ke arah utara menyatu bersama aliran sungai Kaligarang menuju ke laut Jawa. Hasil ini diperkuat oleh penelitian tentang pemodelan aliran airtanah di TPA Jatibarang (Putranto, 2008) yang menyatakan bahwa air tanah bergerak dari arah barat laut ke tenggara dan pergerakan kontaminan mengikuti arah aliran air tanah dengan maksimal konsentrasi klorida sebesar 1.800 mg/l. Konsentrasi kontaminan yang masuk ke Sungai Kreo ke arah hilir semakin kecil, sehingga kualitas air sungai masih di bawah baku mutu air permukaan.

Penelitian lain yang terkait oleh Sudarwin (2008) yang menyatakan bahwa hasil analisis spasial kelas pencemaran tinggi Pb dan Cd (total) pada sedimen aliran Sungai Kreo terjadi mulai dari jarak 0 m sampai dengan jarak 143 m dari outlet lindi. Kelas sedang dimulai dari jarak 143 m sampai dengan jarak 365 m. Kelas rendah dimulai dari jarak 365 m sampai dengan jarak 580 m sepanjang aliran Sungai Kreo.



Gambar 8. Pola aliran lindi di TPA Jatibarang berdasarkan survei geolistrik

TPA Jatibarang saat ini seharusnya mulai dikaji ulang, mengingat pembangunan waduk Jatibarang yang letaknya tidak begitu jauh dari TPA dikhawatirkan akan mengancam sumber air baku warga kota. Keberadaan TPA Jatibarang perlu dipertimbangkan karena waduk tersebut nantinya difungsikan sebagai air baku Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) kota Semarang. Diperkirakan 10.500.000 m³ air baku dapat disuplai dari waduk yang membentang di Kecamatan Mijen dan Gunungpati tersebut (Moerwanto, 2005). Kondisi sekarang ini limbah TPA Jatibarang telah mencemari aliran sungai Kreo yang bertemu dengan sungai Kaligarang. Selain itu, sejumlah pabrik di sekitar sungai Kaligarang berpotensi menimbulkan pencemaran.

Upaya untuk mengurangi tingkat pencemaran sungai Kaligarang telah diperkenalkan oleh Departemen Kimpraswil dengan penanaman ecohydrolic di sepanjang Kaligarang. Adanya tanamana ini diharapkan tingkat pencemaran air sungai Kaligarang dan sumur penduduk sepanjang aliran sungai tersebut dapat berkurang.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode geolistrik tahanan jenis dapat digunakan untuk mengetahui keberadaan limbah lindi dan sebarannya di TPA Jatibarang. Limbah tersebut meresap ke dalam tanah dan sebarannya menuju selatan yaitu ke arah sungai Kreo. Selanjutnya limbah terbawa aliran air di sepanjang sungai Kaligarang, dan sebaran limbah juga sudah sampai ke perumahan penduduk di Kelurahan Bamban Kerep Kecamatan Ngaliyan Semarang yang lokasinya berbatasan dengan TPA Jatibarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Bennet, 1997. *Environmental Geology: Geology and The Human Environmental*. John Wiley & Sons, Canada.
- DGTL. 2004. *Potensi Cekungan Air tanah Semarang dan Cekungan Air tanah Ungaran Jawa Tengah*. Bandung: Departemen Pertambangan dan Energi, Dirgen Geologi dan Sumberdaya Mineral.
- Dinas Kebersihan Kota Semarang. 2002. *Data Produksi Dan Komposisi Sampah Di Kota Semarang*. Semarang: Pemerintah Daerah Kotamadya Semarang.
- Hendrajaya, L. dan Arif. 1990. *Geolistrik Tahanan Jenis*. Bandung: Laboratorium Fisika Bumi ITB.
- Kartini dan H. Danusaputro. 2005. Estimasi Penyebaran Polutan Dengan Metode Self Potential (Studi Kasus TPA Jatibarang, Kecamatan Mijen, Semarang). *Berkala Fisika*; 8(1): 27 – 32.
- Moerwanto A.S., 2005. *Jatibarang Disarankan Dipindah*, Suara Merdeka, 7 September 2005.
- Putranto, T.T., 2008. *Pemodelan Pergerakan Kontaminan dalam Air Tanah di TPA Jatibarang Kota Semarang*, Skripsi, Teknik Geologi UGM.
- Sudarwin. 2008. *Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb dan Cd) pada Sedimen Aliran Sungai dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang Semarang*, Tesis, Magister Kesehatan Lingkungan, Universitas Diponegoro.
- Thanden, R. E., Sumadiredja, H., Richards, P. W, Sutisna, K., dan Amin, T. C., 1996. *Peta Geologi Lembar Magelang dan Semarang, Jawa, skala 1:100.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Wardhana, W.A., 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Andi Offset Yogyakarta, Jakarta