



dapat diakses melalui <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo>



## Identifikasi Akuifer Di Lahan Pembangunan Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Sampah Di Desa Ilo-Ilo Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara

Seni Herlina J. Tongkukut<sup>a\*</sup>, As'aria<sup>a</sup>, Maria D. Bobanto<sup>a</sup>, Verna Suoth<sup>a</sup>, Thevita Viola<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sam Ratulangi Indonesia

### KATA KUNCI

akuifer, resistivitas, TPA

### ABSTRAK

Air tanah adalah air alami yang berada di bawah permukaan tanah yang terkandung di dalam akuifer dan merupakan sumber air bersih. Salah satu syarat hidrogeologi pembangunan TPA sampah adalah tidak terdapat air tanah pada kedalaman yang kurang dari 3 m dari permukaan tanah. Keberadaan akuifer dapat diketahui melalui eksplorasi bawah permukaan dengan metode geolistrik. Identifikasi akuifer telah dilakukan di lahan pembangunan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah di desa Ilo-Ilo Kecamatan Wori Minahasa Utara menggunakan resistivity meter dengan konfigurasi dipol-dipol dan spasi elektroda 10 m dalam 4 lintasan pengukuran. Akuifer diidentifikasi dengan nilai resistivitas  $\rho < 60 \Omega\text{m}$ , berada di lintasan 1 pada meter ke 215 sampai meter ke 265 dengan kedalaman 30 m sampai 72 m dari permukaan tanah. Pada lintasan 2 akuifer teridentifikasi pada meter ke 230 sampai meter ke 265 pada kedalaman yang lebih dari 30 m. Akuifer juga teridentifikasi di lintasan 3 pada meter ke 80 menerus sampai meter ke 465 dari permukaan sampai kedalaman lebih dari 90 m namun dengan pola penyebaran yang tidak merata. Pada lintasan 4 akuifer teridentifikasi pada meter ke 215 sampai 250 pada kedalaman lebih dari 26 m.

### KEYWORDS

aquifer, resistivity, landfill

### ABSTRACT

Ground water is that natural water below the soil surface contained in aquifers and a source of clean water. One of the hydrogeological requirements for the construction of landfill waste is the absence of ground water at a depth of less than 3 m from the surface. The existence of aquifers can be known through subsurface exploration by geoelectric method. Aquifer identification has been carried out at the landfill construction site in the village of Ilo-Ilo, Wori, Minahasa Utara District using a resistivity meter with a dipole-dipole configuration with space of electrodes is 10 m in the 4 measurement trajectories. Aquifers is identified with resistivity values  $\rho < 60 \Omega\text{m}$  provides in the line 1 at meters of 215 to meters of 265 with a depth of 30 m to 72 m from the ground surface. In the line 2 aquifer is identified at meters of 230 to meters 265 at depth more than 30 m. Aquifers were also identified at line 3 on the meter of 80 continuously up to meter of 465, from the surface to a depth more than 90 m but with unadequate distribution patterns. In the line 4, aquifer is identified at the meter of 215 to meter of 250 in the depths of more than 26 m.

### TERSEDIA ONLINE

31 Oktober 2019

### Pendahuluan

Konsep pembangunan berkelanjutan (sustainable development) merupakan cara pandang baru dalam perencanaan pembangunan dan menjadi dasar pemanfaatan sumber daya alam dan lingkungan. Pada tingkat yang paling dasar pembangunan berkelanjutan tidak boleh mengganggu atau bahkan merusak sistem keseimbangan alam yang mendukung kehidupan. Pertumbuhan penduduk yang tinggi di perkotaan

menyebabkan jumlah penduduk semakin hari semakin besar dengan luas wilayah yang relatif konstan. Aktivitas masyarakat yang juga tinggi mulai dari aktivitas rumah tangga, aktivitas sosial kemasyarakatan, aktifitas ekonomi, pendidikan, kesehatan, pariwisata dan lain-lain yang berkaitan dengan pemenuhan kebutuhan primer, sekunder ataupun tersier menghasilkan bahan atau material yang merupakan sisa atau benda yang tidak terpakai lagi yang dikenal sebagai barang sampah. Jumlah penduduk yang besar dengan aktivitas yang

\*Corresponding author: Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sam Ratulangi, Jalan Kampus Keleak Manado;

Email address: linashafii@unsrat.ac.id

Published by FMIPA UNSRAT (2019)

tinggi tentu akan diiringi produksi sampah yang juga besar. Sampah organik dan anorganik dalam jumlah besar akan menjadi masalah jika tidak dikelola secara baik dan benar. Salah satu cara mengelola sampah adalah dengan mengumpulkan disuatu tempat tertentu yaitu tempat pembuangan akhir dan dikelola dengan tata cara yang memenuhi standar pengelolaan sampah.

Pertumbuhan penduduk kota Manado dan sekitarnya dengan aktivitas masyarakat yang tinggi juga diiringi produksi sampah yang semakin besar. Untuk memenuhi kebutuhan pengumpulan sampah tersebut, pemerintah akan membangun tempat pembuangan akhir (TPA) sampah di Desa Ilo-Ilo Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara. Pembangunan tempat pembuangan akhir sampah merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi bahkan mencegah efek negatif sampah yang berceceran atau tersebar di berbagai tempat dalam kota.

Model tempat pembuangan akhir sampah dapat berupa model pembuangan terbuka (open dumping) atau model lahan urug (sanitary landfill). Sampah yang terkumpul di suatu tempat dalam waktu yang lama akan mengalami proses fisik maupun kimia. Dalam proses tersebut akan dihasilkan beberapa bahan antara lain lindi (leachet) yang berbentuk cair (Yusmartini, 2013). Lindi didefinisikan sebagai air yang melewati tumpukan sampah dan melarutkan zat organik dan anorganik di dalamnya (Raghab, 2013). Air lindi dapat meresap ke dalam tanah dan berpotensi mencemari tanah dan air tanah yang ada dibawah lahan TPA (Hakim, 2016). Masalah lingkungan yang juga paling mungkin muncul adalah migrasi lindi dari TPA ke lapisan tanah dan air tanah di sekitarnya (Harjito, 2018).

Dalam pengelolaan TPA, pemerintah telah memberikan batasan melalui Standar Nasional Indonesia tentang Tata Cara Pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir sampah yaitu SNI 19-3241-1994 (SNI, 1994). Dalam batasan tersebut, salah satu persyaratan yang harus dipenuhi adalah lahan TPA bukan daerah rawan hidrogeologis yaitu daerah dengan kondisi kedalaman air tanah kurang dari 3 m, jenis tanah mudah meresapkan air dan dekat dengan sumber air. Persyaratan ini dimaksudkan untuk mencegah terjadi pencemaran tanah dan air di daerah TPA dan sekitarnya

Persyaratan tentang kondisi hidrogeologis berhubungan dengan struktur lapisan bawah permukaan atau geologi tanah di bawah TPA. Kondisi-kondisi tersebut dapat diidentifikasi dengan menggunakan sifat kelistrikan batuan atau tanah di bawah permukaan. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode geolistrik resistivitas yang dapat mengidentifikasi jenis batuan atau material melalui sifat resistivitasnya.

Pembangunan tempat pembuangan akhir sampah di Desa Ilo-Ilo membutuhkan informasi tentang kondisi hidrogeologis di lahan tersebut. Identifikasi keberadaan akuifer dan posisinya di dalam tanah dibutuhkan untuk memperoleh informasi TPA yang memenuhi syarat secara hidrogeologis. Informasi tersebut akan bermanfaat untuk pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan, selain sebagai informasi awal yang

nantinya dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan resistivitas lapisan tanah di lokasi TPA akibat resapan lindi beberapa waktu setelah TPA beroperasi.

### Material dan Metode

Metoda geolistrik resistivitas merupakan metode pengukuran yang ramah lingkungan karena tidak menimbulkan kerusakan alam saat pengukuran dilakukan. Identifikasi akuifer dilakukan dengan tahapan peninjauan lokasi, akuisisi data, pengolahan data, interpretasi data untuk kemudian disimpulkan. Peninjauan lokasi dimaksudkan untuk mengetahui lokasi penelitian, topografi permukaan, keberadaan sumur gali atau sumur bor warga yang sudah ada untuk kemudian digunakan dalam penyusunan rencana desain survei pengukuran.

Tahapan akuisisi data dilakukan dengan menggunakan alat ukur Multichannel and multielectrode resistivity and IP meter MAE X612EM. Data ketinggian permukaan diukur menggunakan global positioning system GPS serta panjang lintasan dengan roll meter.

Data yang diukur dalam identifikasi akuifer adalah data arus I dan tegangan V bawah permukaan tanah menggunakan resistivimeter. Data yang diperoleh kemudian digunakan untuk menghitung resistivitas batuan untuk selanjutnya diinterpretasi jenis batuan atau material menurut harga resistivitas yang diperoleh. Proses perhitungan resistivitas dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak RES2DINV dengan hasil akhir berupa tampilan tampang lintang bawah permukaan yang terbedakan menurut nilai resistivitas tiap lapisan atau jenis tanah atau batuan. Analisis dilakukan dengan membandingkan nilai resistivitas yang ditampilkan dari hasil perhitungan dengan nilai resistivitas yang telah diketahui dari referensi untuk beberapa jenis batuan atau material. Tabel 1 memperlihatkan nilai resistivitas beberapa material:

Tabel 1. Nilai Resistivitas material (Telford et al, 1990)

| Material                    | Resistivitas ( $\Omega m$ )                  |
|-----------------------------|--|
| Air (Udara)                 | $\infty$                                     |
| Sea Water (Air Asin)        | 0.2  |
| Ground Water (Air Tanah)    | 0.5-300                                      |
| Clay (Lempung)              | 1-100  |
| Sand (Pasir)                | 1-1.000                                      |
| Sandstones (Batu Pasir)     | 1-1x10 <sup>8</sup>                          |
| Alluvium (Aluvium)          | 10-800                                       |
| Gravel (Kerikil)            | 100-600                                      |
| Andesit (Andesit)           | 1,7 x 10 <sup>2</sup> – 45 x 10 <sup>4</sup> |
| Basalt (Basalt)             | 200-100.000                                  |
| LimesNitones (Gamping)      | 500-10.000                                   |
| Quartz (Kwarsa)             | 500-800.000                                  |
| Dry Gravel (Kerikil Kering) | 600-10.000                                   |

Data lain yang dibutuhkan adalah data posisi tempat pengukuran dalam derajat lintang dan bujur

yang diukur menggunakan GPS serta peta pengukuran yang disajikan menggunakan Google Earth.

Gambar 1 adalah peta lintasan pengukuran di Desa Ilo-Ilo Kecamatan Wori



Gambar 1. Peta lokasi TPA sampah di Desa Ilo-Ilo Kec. Wori Kab. Minahasa Utara



Gambar 2. Lintasan Pengukuran di TPA Sampah Desa Ilo-Ilo

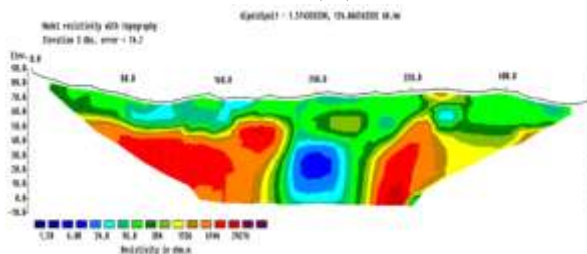
Akuifer di TPA sampah Desa Ilo-Ilo diidentifikasi dengan metode geolistrik resistivitas konfigurasi dipol-dipol pada jarak spasi elektroda 10 m. Pengukuran dilakukan pada empat lintasan sesuai desain survey dan kondisi di lapangan yaitu pada lintasan 1, 2, 3 dan 4. Keempat lintasan berarah dari Utara Barat Laut melintang ke arah Selatan Tenggara sepanjang 480 m dan jarak antar lintasan sekitar 100 m, seperti pada Gambar 2 dengan posisi elektroda 1,2,24,47 dan 48 pada masing-masing lintasan diberikan seperti pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Posisi elektroda 1,2,24,47 dan 48 pada lintasan pengukuran

| No | Lintasan 1   |              | Lintasan 2   |              | Lintasan 3   |              | Lintasan 4   |              |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|    | Lintang (LU) | Bujur (BT)   | Lintang (LU) | Bujur (BT)   | Lintang (LU) | Bujur (BT)   | Lintang (LU) | Bujur (BT)   |
| 1  | 01°34'21.34  | 124°52'03.53 | 01°34'19.8   | 124°52'00.6  | 01°34'17.71  | 124°51'56.0  | 01°34'16.50  | 124°51'54.28 |
| 2  | 01°34'21.71  | 124°52'03.39 | 01°34'20.10  | 124°52'00.46 | 01°34'17.98  | 124°51'56.38 | 01°34'16.76  | 124°51'54.10 |
| 24 | 01°34'27.29  | 124°52'59.72 | 01°34'25.95  | 124°52'57.22 | 01°34'24.35  | 124°51'53.62 | 01°34'22.79  | 124°51'50.33 |
| 47 | 01°34'33.38  | 124°52'55.98 | 01°34'31.24  | 124°52'53.29 | 01°34'31.30  | 124°51'51.41 | 01°34'28.72  | 124°51'46.95 |
| 48 | 01°34'33.65  | 124°52'55.83 | 01°34'31.42  | 124°52'53.06 | 01°34'31.56  | 124°51'51.29 | 01°34'29.00  | 124°51'46.68 |

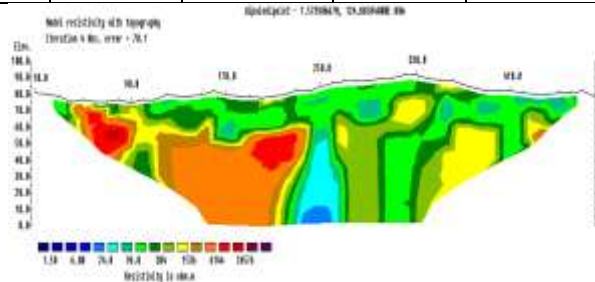
**Hasil dan Pembahasan**

Keberadaan akuifer air tanah diidentifikasi dengan nilai resistivitas  $\rho < 60 \Omega m$ . Tampang lintang resistivitas bawah permukaan di lokasi TPA sampah Desa Ilo-Ilo hasil pengolahan dengan menggunakan perangkat lunak RES2DINV diberikan seperti pada Gambar 3 berturut-turut untuk lintasan 1, 2,3 dan 4.



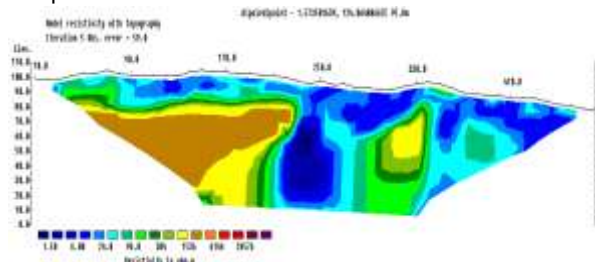
Gambar 3. Tampang lintang resistivitas pada lintasan 1

Gambar 3 menunjukkan akuifer pada lintasan 1 teridentifikasi berada pada posisi meter ke-215 sampai meter ke-265 pada kedalaman 30 m hingga 72 m dari permukaan tanah.



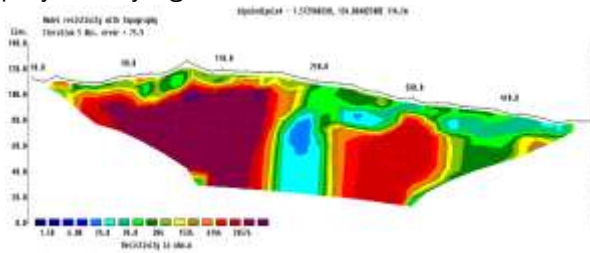
Gambar 4. Tampang lintang resistivitas pada lintasan 2

Gambar 4 menunjukkan akuifer pada lintasan 2 teridentifikasi berada pada posisi meter ke-230 sampai meter ke-265 pada kedalaman yang lebih dari 30 m dari permukaan tanah.



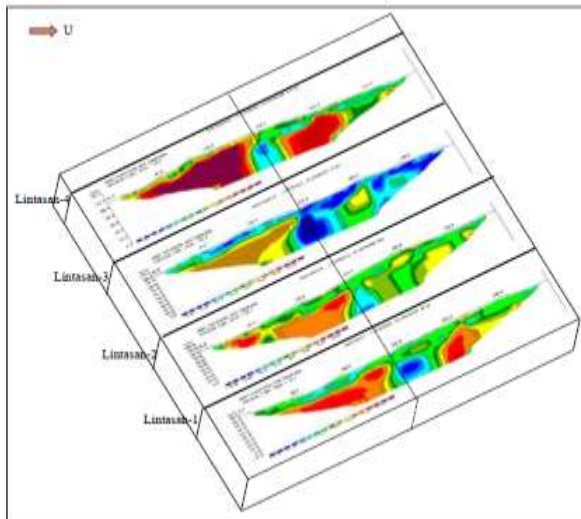
Gambar 5. Tampang lintang resistivitas pada lintasan 3

Gambar 5 menunjukkan akuifer pada lintasan 3 teridentifikasi menerus mulai pada meter ke-80 sampai meter ke-465 dari permukaan terus hingga ke kedalaman yang lebih dari 90 m namun dengan pola penyebaran yang tidak merata.



Gambar 6. Tampang lintang resistivitas pada lintasan 4  
 Gambar 6 menunjukkan akuifer pada lintasan 4 teridentifikasi berada pada meter ke-215 sampai meter ke-250 pada kedalaman lebih dari 30 m dari permukaan tanah.

Gambar 7 memperlihatkan sebaran resistivitas di bawah daerah pengukuran pada keempat lintasan yang menunjukkan potensi keberadaan akuifer.



Gambar 7. Sebaran resistivitas bawah permukaan dan potensi akuifer

Nampak pada Gambar 7 bahwa keseluruhan tampang lintang resistivitas bawah permukaan di lokasi pengukuran menunjukkan terdapat akuifer yang memanjang dari arah Timur Laut ke Barat Daya pada kedalaman yang bervariasi mulai dari 30 m dari permukaan tanah di lintasan 1, semakin dalam pada lintasan 2, lalu naik lagi hingga ke permukaan tanah pada lintasan 3 lalu turun lagi pada kedalaman yang lebih dari 26 m pada lintasan 4. Selain itu hanya pada lintasan 3, lapisan yang dapat mengalirkan air teridentifikasi menerus hampir di sepanjang lintasan dan mulai dari permukaan tanah hingga ke kedalaman lebih dari 90 m dengan pola penyebaran yang tidak merata.

### Kesimpulan

Terdapat akuifer di lokasi pembangunan TPA sampah Desa Ilo-Ilo kecamatan Wori yang teridentifikasi pada keempat lintasan pengukuran. Akuifer pada lintasan 1 teridentifikasi pada meter ke 215 sampai meter ke 265 dengan kedalaman 30 m hingga 72 m dari permukaan tanah sedangkan pada lintasan 2

teridentifikasi pada meter ke 230 sampai meter ke 265 pada kedalaman yang lebih dari 30 m. Akuifer juga teridentifikasi di lintasan 3 pada meter ke 80 menerus sampai meter ke 465 dari permukaan sampai kedalaman yang lebih dari 90 m namun dengan pola penyebaran yang tidak merata dan pada lintasan 4 akuifer teridentifikasi pada meter ke 215 sampai 250 pada kedalaman lebih dari 26 m dari permukaan tanah.

### Daftar Pustaka

- Harjito, Sunoro, Gunawan, T. dan Maskuri, M. 2018. Underground Leachete Distribution Based on Electrical Resistivity Tomography in Piyungan Landfill Bantul, *Indonesian Journal of Geography*, Vol. 50, No. 1 hal 34-40
- Hakim, B., 2016. Studi awal potensi limbah cair sampah lindi sebagai sumber energi alternatif biogas di tempat pembuangan akhir tpa Keputih Surabaya, [https://www.researchgate.net/profile/Buddin\\_Al\\_Hakim/publication/291184571](https://www.researchgate.net/profile/Buddin_Al_Hakim/publication/291184571), [20 Feb 2019]
- Raghab, S. M, El Meguid, A.M.A., dan Hegazi, H.A., 2013. Treatment of leachet from municipal solid waste landfill, *Housing and Building National Research Center Journal* 9, 187-192
- Standar Nasional Indonesia, 1994. SNI 19-3241-1994 Tata Cara Pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir sampah, BSN Indonesia
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., 1990. *Applied Geophysics*, Second Edition, Cambridge and Hall, New York
- Yusmartini, E.S., Setiabudidaya, D., Ridwan, Marsi dan Faizal. 2013. Characteristics of Leachet at Sukawinatan Landfill, Palembang, Indonesia, *Journal of Physics: Conference Series* 423, 012048, IOP Publishing
- Mohamaden, M.I.I., 2008. Groundwater exploration at Rafah, Sinai Peninsula, Egypt. *Egypt. J. Aquat. Res.* 35 (2), 49-68.