

ANALISIS PENCEMARAN AIR BAWAH TANAH DENGAN METODE GEOLISTRIK DI TPA TAKOME KOTA TERNATE

Nani Nagu^{1*}, Rahim Achmad², Lita Latif¹, Rezky Dzulkarnain A. Karim¹

¹Fakultas Teknik, Universitas Khairun, Ternate.

²Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Khairun, Ternate.

nani.nagu09@gmail.com

Abstrak: Aktifitas manusia dalam memanfaatkan alam selalu meninggalkan sisa yang dianggap sudah tidak berguna lagi sehingga diperlakukan sebagai barang buangan yaitu sampah. Metode pengelolaan sampah yang digunakan pada TPA khususnya TPA Buku Deru-deru saat ini merupakan metode *Controlled landfill* yang merupakan peningkatan dari metode *Open dumping*. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh gambaran pola distribusi akumulasi rembesan air lindi di sekitar TPA Buku Deru-Deru berdasarkan nilai resistivity (tahanan listrik) dengan menggunakan metode geolistrik. Metode Penelitian secara eksperimen dengan pengukuran 9 (Sembilan) titik, kedalaman 20 m dan panjang lintasan dengan 115 m. Hasil penelitian menunjukkan nilai resistivitas pada titik barat, brt1 (6,42 – 238724 Ω m), brt2 (30,4 – 3818 Ω m) titik utara, utr (405 – 10098 Ω m) titik timur, tmr (61,7 – 3107 Ω m), IPAL (150 – 1973 Ω m) titik selatan, mdl1 (3,21 – 105152 Ω m) mdl2 (0,794 – 29913 Ω m) mdl3 (4,10 – 17794 Ω m) mdl4 (5,11 – 45329 Ω m). Dari hasil ini kemudian di inversi dalam bentuk model 3D pada titik selatan perkedalaman yaitu 1,25 m; 3,75 m; 6,37 m; 9,26 m; 12,44 m; 15,93 m; dan 19,78 m. Berdasarkan identifikasi dan interpretasi bahwa telah ada pencemaran air lindi yang merembes masuk ke dalam lapisan tanah dan mulai bergerak dari arah selatan kemudian menyebar ke daerah dengan elevasi terendah yaitu pada titik barat, utara dan timur pada TPA .

Kata Kunci: Controlled Landfill, Air Lindi, Metode Geolistrik

I. PENDAHULUAN

Aktifitas manusia dalam memanfaatkan alam selalu meninggalkan sisa yang dianggap sudah tidak berguna lagi sehingga diperlakukan sebagai barang buangan yaitu sampah[1][2]. Sampah merupakan polutan umum yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan berbagai dampak negatif lainnya, sehingga manusia menyingkirkan sampah sejauh mungkin dari aktifitas manusia yang biasa disebut Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)[2]. Tempat pemrosesan akhir atau TPA adalah suatu areal yang menampung sampah dari hasil pengangkutan dari TPS maupun langsung dari sumbernya (bak/tong sampah) dengan tujuan akan mengurangi permasalahan kapasitas/timbunan sampah yang ada dimasyarakat [3]. Di TPA, sampah mengalami proses penguraian secara alamiah dengan jangka waktu Panjang [4]. Air lindi (leachate) merupakan cairan yang merembes melalui tumpukan sampah dengan membawa material terlarut, terutama hasil dikomposisi material limbah [5]. Air lindi dapat merembes ke dalam tanah dan sumber air, mengalir di permukaan tanah dan akhirnya tiba di muara sungai yang dapat menyebabkan pencemaran yang menurunkan kualitas kehidupan manusia, sehingga harus dilakukan penanggulangannya[6], [7].

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Takome atau TPA Buku Deru-deru terletak di Kecamatan Ternate Barat, dengan luas 56 Ha luas yang terpakai ± 3 Ha dimana pembuangan sampah dilakukan 145 m³ per hari. Metode pengelolaan sampah saat ini sudah menggunakan sistem controlled landfill, dengan jumlah timbunan sampah yang semakin meningkat baik jenis, karakteristik, dan jumlah volume sampah [8], [9]. Fenomena pencemaran lingkungan yang banyak terjadi akibat air lindi, dengan masuknya air hujan ke timbunan limbah akan menghanyutkan material organik yang telah dikomposisi menghasilkan air lindi yang merembes keluar dari TPA sehingga mencemari air tanah dan air yang dikonsumsi manusia. Selain menghasilkan air lindi, material limbah organik Juga berpotensi menghasilkan gas

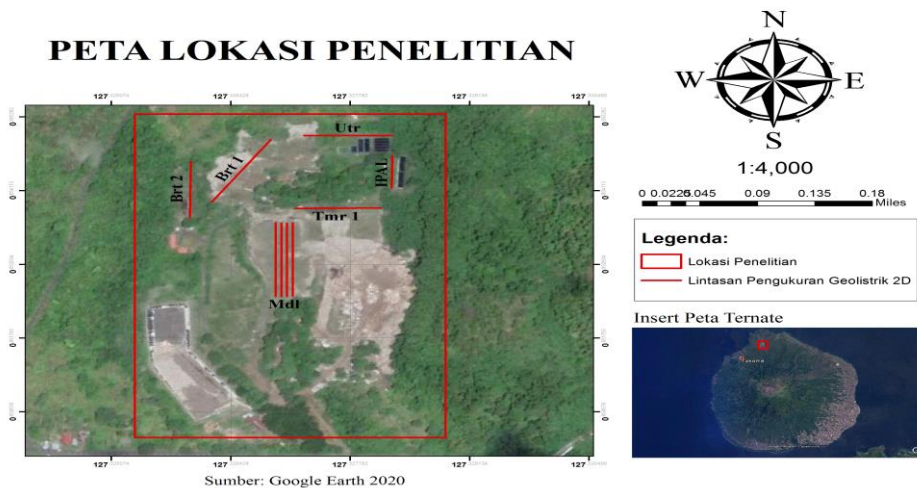
metana yang berasal dari reaksi biokimia dan berpotensi menyebabkan ledakan gas dan kebakaran di TPA [10], [11].

Salah satu metode yang banyak dipakai dalam studi pencemaran air tanah adalah metode geolistrik. Metode ini melibatkan pengukuran potensial, arus dan medan elektromagnetik yang terjadi secara alamiah maupun akibat injeksi arus. Salah satu jenis metode geolistrik yaitu geolistrik tahanan jenis atau yang sering disebut metode resistivity [12], [13].

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh gambaran pola distribusi akumulasi rembesan air lindi di dekat TPA Buku Deru-Deru berdasarkan nilai resistivity (tahanan listrik).

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan pada TPA Buku Deru-Deru dengan menggunakan Metode Geolistrik aturan *Wenner Alpha*. Pengukuran ini dilakukan di 9 (Sembilan) titik yang berbeda yaitu di atas tempat penimbunan sampah dan juga disekitaran yang berdekatan dengan IPLT dan IPAL dengan menggunakan alat ukur Geolistrik dengan tingkat kedalaman 20 m. Pemasangan kabel lintasan dan pemancangan stik elektroda dengan menggunakan palu. Selanjutnya dilakukan pengukuran dengan resistivity meter dengan bantuan Accu. Dari 9 (Sembilan) titik yang di ukur, dapat dideteksi lokasi mana yang memiliki polutan paling besar dan terkecil yaitu dengan melihat perbedaan nilai resistivitas yang dihasilkan alat geolistrik tersebut dengan nilai air bersih yaitu antara 10-100 ohm-m, sehingga berdasarkan nilai ini dapat ditentukan titik daerah mana yang polutannya besar atau kecil dan arah pergerakan lindi. Penentuan titik lintasan untuk pengujian geolistrik dengan menggunakan alat GPS dimana untuk menentukan titik koordinat pertama kali alat berdiri dan kemudian dilanjutkan pemancangan stik elektroda dengan panjang lintasan 115 m, disetiap titik yang berbeda dengan jumlah titik yang di uji dengan menggunakan alat geolistrik sebanyak 9 (sembilan) titik lintasan



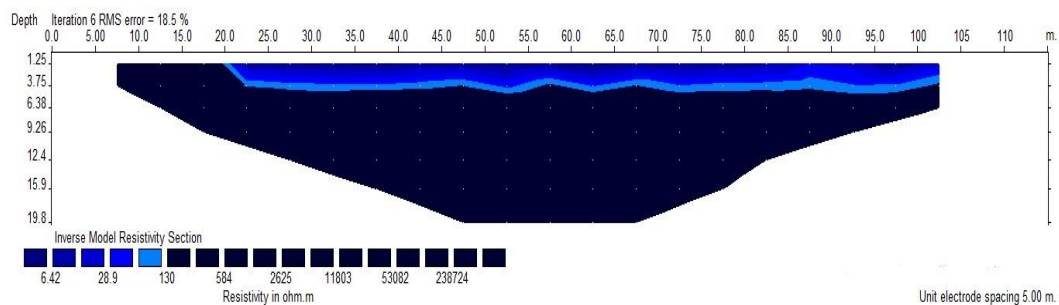
Gambar 1. Lokasi Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

TPA Buku Deru-deru terletak di Kelurahan Takome Kecamatan Ternate Barat, berjarak ± 15 km dari pusat Kota Ternate dimana di sebelah timur berbatasan dengan Kelurahan Sulamadaha dan disebelah barat berbatasan dengan Kelurahan Takome. Keadaan kondisi tanah di TPA Buku Deru-deru merupakan tanah bebatuan. TPA ini menampung sampah dari 5 Kecamatan yang ada di Kota Ternate. TPA Buku Deru-deru didirikan pada tahun 1998 dimana metode yang di gunakan pada saat itu masih menggunakan sistem terbuka (open dumping) yaitu sampah di buang begitu saja dalam sebuah TPA tanpa ada perlakuan apapun,

Tidak ada penutupan tanah. Tak heran bila metode ini dinilai sangat mengganggu lingkungan. Namun Saat ini TPA Buku Deru-deru telah meningkatkan sistem metodenya dari open dumping menjadi metode *controlled landfill* dimana pada metode ini sampah yang datang setiap harinya diratakan dan dipadatkan dengan alat berat. Sampah yang sudah dipadatkan tersebut di lapisi dengan tanah sampai dengan batas tertentu yang sudah ditentukan. Hal ini dilakukan untuk mengurangi bau, mengurangi perkembangbiakan lalat, dan mengurangi keluarnya gas metan. Selain itu, di buat juga saluran drainase untuk mengendalikan air hujan, saluran pengumpulan air lindi (*leachate*) dan instalasi pengolahannya, pos pengendalian operasional, dan fasilitas pengendalian gas metan. Namun metode ini jika tidak diperhatikan secara baik akan menimbulkan pencemaran terhadap kualitas air tanah jikalau polutan air lindi akibat dari sampah tersebut merembes masuk ke dalam lapisan tanah. Untuk itu pada lokasi penelitian ini di fokuskan pada titik-titik yang menjadi sumber dari polutan air lindi dan juga mencari tau arah alirnya.

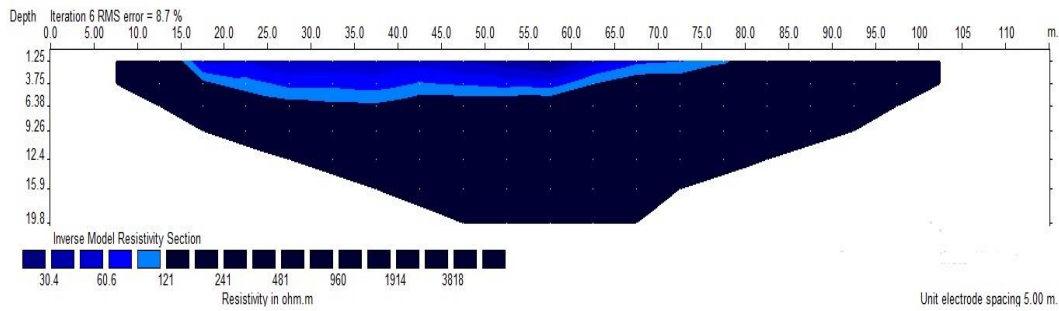
Analisis dan Interpretasi Nilai Resistivitas Titik Barat (brt 1). Analisis data dengan menggunakan program res2Dinv memberikan gambar lapisan tanah hingga pada kedalaman 19,8 m pada titik barat lintasan 1 dapat dilihat pada (gambar 1). Hasil pengukuran lintasan 1 untuk arah barat dengan titik koordinat (N : 0°51'15.94", E : 127°19'35.11") panjang lintasan 115 m dan jarak tiap-tiap stik elektroda 5 m. pada lintasan ini dapat dijelaskan bahwa, harga resistivitas lapisan berkisar antara 6,42 Ωm s/d 238724 Ωm . Lapisan tanah di lokasi pengukuran hingga pada kedalaman 3,75 m dengan nilai resistivitas 6,42 Ωm s/d 130 Ωm (warna biru) pada stik elektroda 4 – 22 diinterpretasikan sebagai batuan yang tercemar oleh polutan air lindi, nilai resistivitas antara 584 Ωm s/d 238724 Ωm (warna hitam) diinterpretasikan sebagai bebatuan keras. Nilai resistivitas ini memiliki tingkat kesalahan (error) 18.5%.



Gambar 2. Penampang Hasil Resistivitas Dengan Program Res2Dinv Pada Titik Barat Lintasan 1 (brt 1) TPA

Analisis dan Interpretasi Nilai Resistivitas Titik Barat (brt 2)

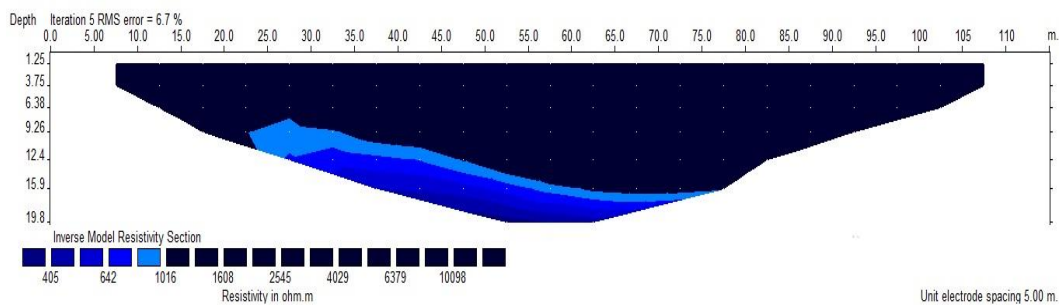
Analisis data dengan menggunakan program res2Dinv memberikan gambaran lapisan tanah hingga kedalaman 19,8 m pada titik barat lintasan 2 TPA dapat dilihat pada (gambar 2). Hasil pengukuran dengan titik koordinat (N : 0°51'12.64", E : 127°19'33.57") panjang lintasan 115 m dan jarak tiap-tiap stik elektroda 5 m yang dimana lintasannya berada tepat disamping IPLT. Pada lintasan 2 ini dapat dijelaskan bahwa, harga resistivitas lapisan berkisar antara 30,4 Ωm s/d 3818 Ωm . Lapisan tanah di lokasi pengukuran hingga pada kedalaman 3,75 m dengan nilai resistivitas antara 30,4 Ωm s/d 121 Ωm (warna biru) pada stik elektroda 3 – 16 diinterpretasikan sebagai batuan yang tercemar oleh sebaran polutan air lindi, nilai resistivitas 241 Ωm s/d 3818 Ωm (warna hitam) diinterpretasikan sebagai bebatuan keras. Nilai resistivitas ini memiliki tingkat kesalahan (error) 8,7%.



Gambar 3. Penampang Hasil Resistivitas Dengan Program Res2Dinv Pada Titik Barat Lintasan 2 (brt 2) TPA.

Analisis dan Interpretasi Nilai Resistivitas Titik Utara (utr)

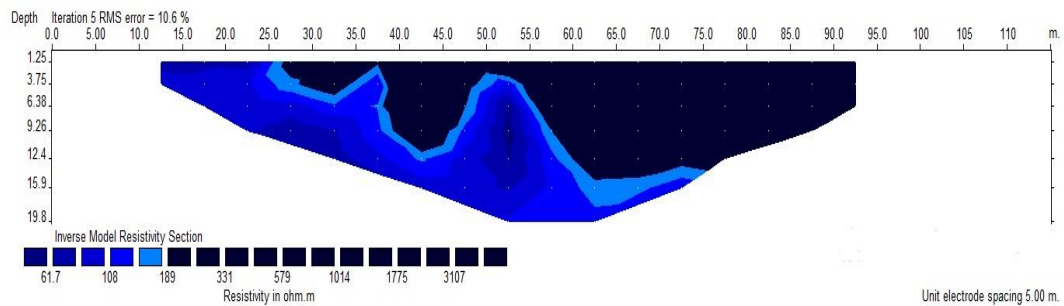
Analisis data dengan menggunakan program res2Dinv memberikan gambar lapisan tanah hingga pada kedalaman 19,8 m pada titik utara dapat dilihat pada (gambar 3). Untuk lintasan arah utara dengan titik koordinat (N: 0°51'17.84", E: 127°19'41.75") panjang lintasan 115 m dengan jarak tiap-tiap stik elektroda 5 m. pada arah utara diukur 1 lintasan dengan posisi mengarah ke arah barat tepat disamping IPAL. pada pengukuran ini dapat dijelaskan bahwa, harga resistivitas lapisan berkisar antara 405 Ωm s/d 10098 Ωm . Lapisan tanah di lokasi pengukuran pada kedalaman antara 12 s/d 19 m dengan nilai resistivitas 405 Ωm s/d krang dari 600 Ωm (warna biru) pada stik elektroda 4 – 16 diinterpretasikan sebagai batuan yang tercemar oleh polutan air lindi dari bak penampung air lindi yang merembes masuk ke dalam lapisan tanah yang kemudian menyebar luas hingga pada kedalaman 19,8 m, nilai resistivitas 1508 Ωm s/d 10098 Ωm (warna hitam) diinterprestasikan sebagai bebatuan keras. Nilai resistivitas ini memiliki tingkat kesalahan (error) 6,7%.



Gambar 4. Penampang Hasil Resistivitas Dengan Program Res2Dinv Pada Titik Utara (utr) TPA

Analisis dan Interpretasi Nilai Resistivitas Titik Timur (tmr 1)

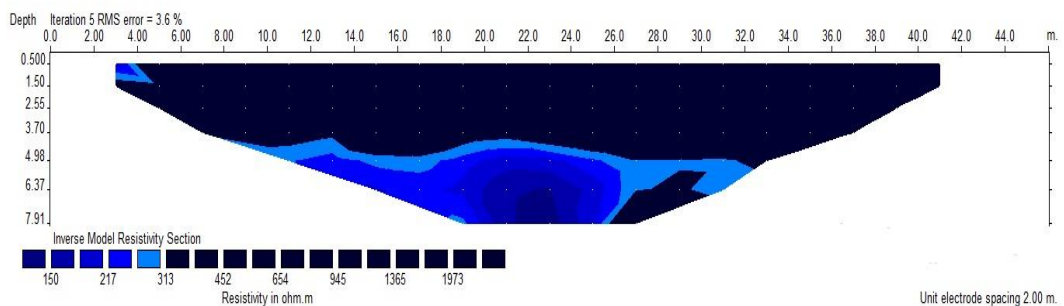
Analisis data dengan menggunakan program res2Dinv memberikan gambar lapisan tanah hingga pada kedalaman 19,8 m pada titik timur lintasan 1 dapat dilihat pada (gambar 4). Pada lintasan ini berada tepat di atas jalan tanah dimana titik lintasannya berada di bawah tempat penimbunan sampah. Untuk arah lintasan dari timur – barat dengan titik koordinat (N: 0°51'13.44", E: 127°19'41.24") panjang lintasan 115 m dan jarak antar stik elektroda 5 m. Harga resistivitas lapisan tanah berkisar antara 61,7 Ωm s/d 3107 Ωm . Lapisan tanah di lokasi pengukuran dengan nilai resistivitas 61,7 Ωm s/d 189 Ωm (warna biru) diinterpretasikan sebagai batuan yang tercemar oleh polutan air lindi yang merembes masuk hingga pada kedalaman 19,8 m yang asalnya dari tempat penampungan sampah kemudian mengalir ke daerah dengan elevasi terendah, nilai resistivitas 331 Ωm s/d 3107 Ωm (warna hitam) diinterpretasikan sebagai bebatuan keras. Nilai resistivitas ini memiliki tingkat kesalahan (error) 10,6%.



Gambar 5. Penampang Hasil Resistivitas Dengan Program Res2Dinv Pada Titik Timur Lintasan 1 (tmr 1) TPA

Analisis dan Interpretasi Nilai Resistivitas Titik Timur (IPAL)

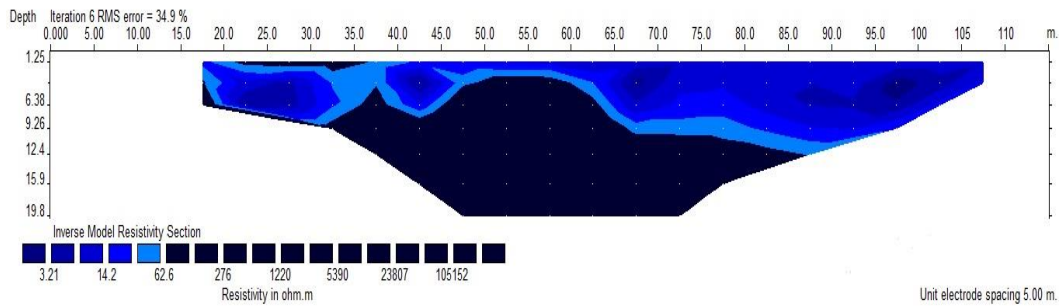
Pada pengukuran lintasan 2 ini diketahui titik koordinat (N : 0°51'14.81", E : 127°19'42.06") dan diukur dengan panjang lintasan 46 m dan jarak tiap-tiap stik elektroda 2 m dengan cakupan data yang dihasilkan hingga pada kedalaman 7,91 m. Untuk lintasan ini dapat dijelaskan bahwa, harga resistivitas lapisan berkisar antara 150 Ω m s/d 1973 Ω m. pada batasan permukaan dengan kedalaman 0,5 m hingga 3,70 m pada stik elektroda 3 – 21 dengan nilai resistivitas 452 Ω m s/d 1973 Ω m (warna hitam) yang dapat diinterpretasikan sebagai batuan keras yang mendominasi bagian batasan permukaan, pada stik elektroda 1 – 2 dengan nilai resistivitas 150 Ω m s/d 313 Ω m (warna biru) yang dapat diinterpretasikan sebagai batuan yang tercemar oleh polutan air lindi yang kemudian bergerak masuk kedalam lapisan tanah hingga pada kedalaman 7,91 m dan kemudian mengalir melewati lapisan tanah ke arah laut hingga pada stik elektroda 19. Nilai resistivitas ini memiliki tingkat kesalahan (error) 3,6%.



Gambar 6. Penampang Hasil Resistivitas Dengan Program Res2Dinv Pada Titik Timur Lintasan 2 (IPAL) TPA

Arah Selatan (mdl 1)

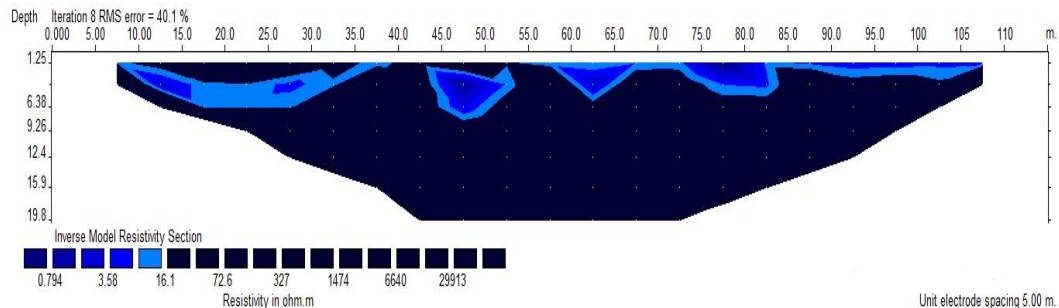
Analisis data dengan menggunakan program res2Dinv memberikan gambar lapisan tanah hingga pada kedalaman 19,8 m pada titik selatan lintasan 1 yang berada tepat di atas tempat penampungan sampah dapat dilihat pada (gambar 6). Pengukuran lintasan 1 ini diketahui titik koordinat (N: 0°51'8.57", E : 127°19'36.95") panjang lintasan 115 m dan panjang tiap-tiap stik elektroda 5 meter. Pada lintasan ini dapat di jelaskan bahwa, harga resistivitas lapisan berkisar antara Ω m 3,21 s/d 105152 Ω m. Lapisan tanah di lokasi pengukuran hingga pada kedalaman 12,4 m dengan nilai resistivitas 3,21 Ω m s/d 62,6 Ω m (warna biru) pada stik elektroda 3 – 22 diinterpretasikan sebagai lapisan tanah yang tercemar oleh polutan air lindi, nilai resistivitas antara 276 Ω m s/d 105152 Ω m (warna hitam) diinterpretasikan sebagai batuan keras. Nilai resistivitas ini memiliki tingkat kesalahan (error) 34,9 %.



Gambar 7. Penampang Hasil Resistivitas Dengan Program Res2Dinv Pada Titik Selatan Lintasan 1 (mdl 1) TPA

Arah Selatan (mdl 2)

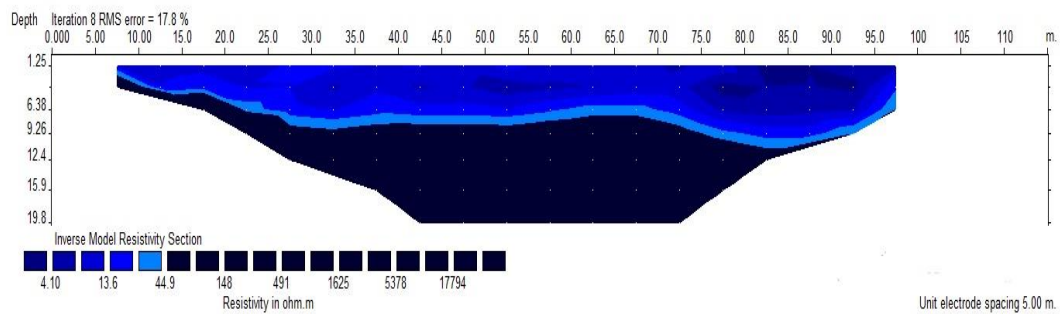
Analisis data dengan menggunakan program res2Dinv memberikan gambar lapisan tanah hingga pada kedalaman 19,8 m pada titik selatan lintasan 2 yang berada tepat di atas tempat penampungan sampah dapat dilihat pada (gambar 7). Pengukuran lintasan 2 ini diketahui titik koordinat (N : 0°51'8.57", E : 127°19'37.29") panjang lintasan 115 m dan panjang tiap-tiap stik elektroda 5 meter. Pada lintasan ini dapat di jelaskan bahwa, harga resistivitas lapisan berkisar antara 0,794 Ωm s/d 29913 Ωm . Lapisan tanah di lokasi pengukuran hingga pada kedalaman 6,38 m dengan nilai resistivitas 0,794 Ωm s/d 16,1 Ωm (warna biru) pada stik elektroda 1 – 22 diinterpretasikan sebagai lapisan tanah yang tercemar oleh polutan air lindi, nilai resistivitas antara 72,6 Ωm s/d 29913 Ωm (warna hitam) diinterpretasikan sebagai bebatuan keras. Nilai resistivitas ini memiliki tingkat kesalahan (error) 40,1%.



Gambar 8. Penampang Hasil Resistivitas Dengan Program Res2Dinv Pada Titik Selatan Lintasan 2 (mdl 2) TPA

Arah Selatan (mdl 3)

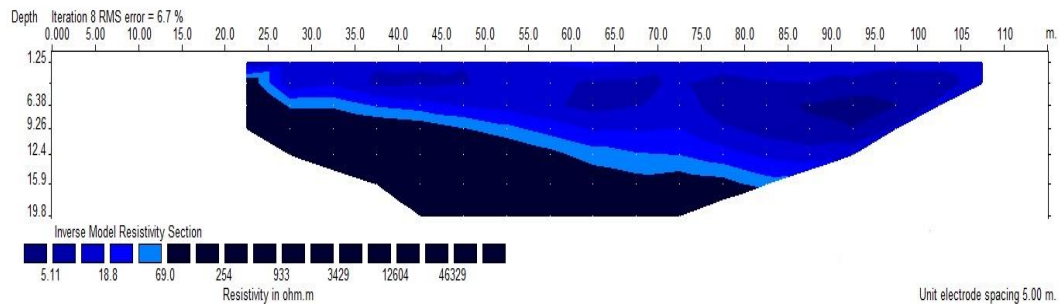
Analisis data dengan menggunakan program res2Dinv memberikan gambar lapisan tanah hingga pada kedalaman 19,8 m pada titik selatan lintasan 3 yang berada tepat di atas tempat penampungan sampah dapat dilihat pada (gambar 8). Pengukuran lintasan 3 ini diketahui titik koordinat (N: 0°51'8.58", E : 127°19'37.60") panjang lintasan 115 m dan panjang tiap-tiap stik elektroda 5 meter. Pada lintasan ini dapat di jelaskan bahwa, harga resistivitas lapisan berkisar antara 4,10 Ωm s/d 17794 Ωm . Lapisan tanah di lokasi pengukuran hingga pada kedalaman 12,4 m dengan nilai resistivitas 4,10 Ωm s/d 44,9 Ωm (warna biru) pada stik elektroda 1 – 22 diinterpretasikan sebagai lapisan tanah yang tercemar oleh polutan air lindi, nilai resistivitas antara 148 Ωm s/d 17794 Ωm (warna hitam) diinterpretasikan sebagai bebatuan keras. Nilai resistivitas ini memiliki tingkat kesalahan (error) 17,8%.



Gambar 9. Penampang Hasil Resistivitas Dengan Program Res2Dinv Pada Titik Selatan Lintasan 3 (mdl 3) TPA

Arah Selatan (mdl 4)

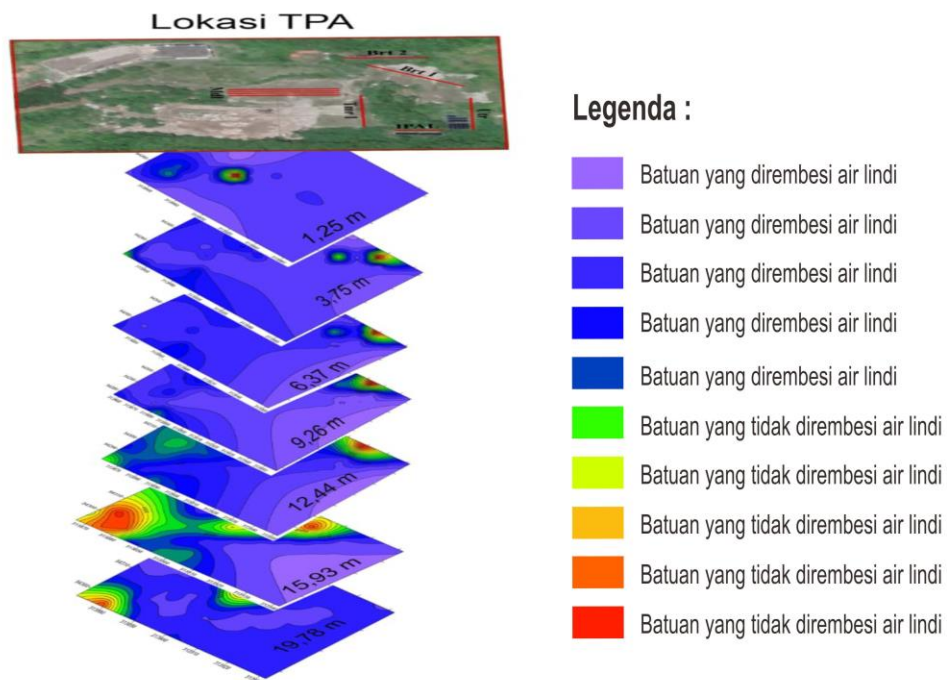
Analisis data dengan menggunakan program res2Dinv memberikan gambar lapisan tanah hingga pada kedalaman 19,8 m pada titik selatan lintasan 4 yang berada tepat di atas tempat penampungan sampah dapat dilihat pada (gambar 9). Pengukuran lintasan 4 ini diketahui titik koordinat (N : 0°51'8.58", E : 127°19'37.96") panjang lintasan 115 m dan panjang tiap-tiap stik elektroda 5 meter. Pada lintasan ini dapat di jelaskan bahwa, harga resistivitas lapisan berkisar antara 5,11 Ω m s/d 45329 Ω m. Lapisan tanah di lokasi pengukuran hingga pada kedalaman 15,9 m dengan nilai resistivitas 5,11 Ω m s/d 69,0 Ω m (warna biru) pada stik elektroda 4 – 22 diinterpretasikan sebagai lapisan tanah yang tercemar oleh polutan air lindi, nilai resistivitas antara 254 Ω m s/d 45329 Ω m (warna hitam) diinterpretasikan sebagai bebatuan keras. Nilai resistivitas ini memiliki tingkat kesalahan (error) 6,7%.



Gambar 10. Penampang Hasil Resistivitas Dengan Program Res2Dinv Pada Titik Selatan Lintasan 4 (mdl 4) TPA

Model 3D Arah Selatan (Timbunan Sampah)

Pada pengukuran arah selatan ini dibuat pula bentuk model penampang 3D dengan menggunakan program Surfer 11. Model ini dibuat dengan mengumpulkan nilai resistivitas tiap lintasan dengan kedalaman yang sama. Kedalaman yang dimaksud adalah: 1,25 m; 3,75 m; 6,37 m; 9,26 m; 12,44 m; 15,93 m; dan 19,78 m. Tujuannya untuk mengetahui pola aliran pergerakan lindi di tiap-tiap kedalaman pada lintasan mdl1, mdl2, mdl3 dan mdl4. Untuk data nilai resistivitas hasil inversi dari program res2Dinv. Dari hasil pengolahan dengan menggunakan program Surfer 11 dapat dilihat pada (gambar 10). Diuraikan bahwa telah merembesnya air lindi akibat dari pembusukan sampah hingga masuk kedalam tanah. Terlihat pada tiap-tiap kedalaman 1,25 m – 9,78 m, dimana polutan air lindi menyebar luas dan mengalir menuju ke elevasi terendah dari tempat penampungan sampah dimana bagian di sekitar tumpukan sampah arah timur, utara, dan barat merupakan daerah yang sangat berdampak karena dengan keadaan elevasi terendah dan berada tepat di seputaran penampungan sampah TPA.



Gambar 11. Model Tentatif 3D Pola Sebaran Lindi

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis dari pencemaran air bawah tanah menggunakan metode uji Geolistrik aturan *Wenner Alpha* di dapat beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Hasil pengukuran Geolistrik setelah diolah dengan program *res2Dinv* menunjukkan nilai resistivitas yang sebenarnya yaitu titik barat lintasan 1 (6,42 – 238724 Ω m), di titik barat lintasan 2 (30,4 – 3818 Ω m), di titik utara (405 – 10098 Ω m), di titik timur lintasan 1 (61,7 – 3107 Ω m), di titik timur lintasan 2 IPAL (150 – 1973 Ω m), di titik selatan lintasan 1 (3,21 – 105152 Ω m), di titik selatan lintasan 2 (0,794 – 29913 Ω m), di titik selatan lintasan 3 (4,10 – 17794 Ω m), di titik selatan lintasan 4 (5,11 – 45329 Ω m). Berdasarkan hasil dari nilai resistivitas yang di peroleh, bahwa dari tiap-tiap lintasan dapat diidentifikasi dengan kondisi yang ada bahwa adanya pencemaran oleh air lindi yang meresap masuk ke dalam tanah.
2. Hasil pengolahan data dengan model 3D dengan menggunakan program *Surfer 11* pada tiap-tiap kedalaman, dimana kedalaman yang dimaksud adalah; 1,25 m; 3,75 m; 6,37 m; 9,26 m; 12,44 m; 15,93 m; dan 19,78 m. pada lintasan mdl1, mdl2, mdl3 dan mdl4 memberikan hasil gambaran sebaran lindi yang sudah mencemari lapisan tanah hingga pada tiap-tiap kedalaman dan mengalir ke bagian elevasi terendah dari TPA yaitu arah barat, arah utara, dan arah timur dari lokasi timbunan sampah.

REFERENSI

- [1] Widyatmoko , Sintorini, 2002, *Menghindari, Mengolah dan Menyingkirkan Sampah*, Penerbit, : Jakarta, Abdi Tandır.
- [2] Hardiono, Imam Santoso, Arifin, 2016, *Nilai Resitivitas Dengan Variasi Jarak di Tempat Pemrosesan Akhir Sampah Gunung Kupang Banjarbaru*, *ejournal.kesling-poltekkesbjm.com*.
- [3] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum RI No 03/PRT/M/2013 Tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan Dalam Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Rumah Tangga
- [4] Hamsah, Yohanes Agus Nirwana, 2017, *Kesulitan Tempat Pembuangan Akhir Sampah Dengan Lingkungan di Desa Kalitirto Yogyakarta, Plano Madani*, Volume 6 No1.

- [5] Damanhuri dan Padmi, 2004, *Diktat Pengelolaan Sampah. Teknik Lingkungan* Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung.
- [6] Susanto,P.J, Ganefati P.DS, Muryani dan Istiqomah, 2004, *Pengolahan Lindi (Leachate) dari TPA Dengan Sistem Koagulasi-Biofilter Anaerobic*, Jurnal Teknologi Lingkungan P3TL-BPPT Volume 5 No 3.
- [7] Nusa Idaman Said, Dinda Hartajaya, 2018, *Pengolahan Air Lindi dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob dan Denitrifikasi*, Jurnal Air Indonesia Volume 8 No 1
- [8] Nurlete Muhammad, Andari Gabriel S. B, Gusniani Irma. 2013. *Karateristik dan Komposisi Sampah di TPA Buku Deru-Deru, Takome Kota Ternate dan Alternatif Pengelolaannya*.
- [9] Nani Nagu, Edward R., 2018, *Mapping of Temporary Waste Sites and Potential Wild Solid Waste in Ternate City.* , Prosiding ICST, Atlantic Press.
- [10] Yatim E.M.,dan Mukhlis, 2013, *Pengaruh Lindi (Leachate) Terhadap Air Sumur Penduduk Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Air Dingin*, Jurnal Kesehatan Masyarakat ANDALAS, Volume 7 No 2.
- [11] Zubair, A., Malamassam, M., R., Syafitri, A., T., 2015, *Analisis Kualitas Air Lindi TPA Tamangapa Dan Pengaruhnya Terhadap Lingkungan*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Hasanuddin Makasar.
- [12] Soinininen, H. 1985. *The behavior of the apparent resistivity phase spectrum in the case of two polarizable media*. J. Geophysics 50.
- [13] Juandi, M. 2009. *Analisa Pencemaran Air Tanah Berdasarkan Metode Geolistrik Studi Kasus Tempat Pembuangan Sampah Muara Fajar Kecamatan Rumbai*. Jurnal Ilmu Lingkungan Volume 3 No. 02

Halaman ini sengaja dikosongkan