

IDENTIFIKASI PENCEMARAN AIR TANAH DI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR SAMPAH (TPAS) MARELAN DENGAN MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS

Rahmatsyah, Rita Juliani, Nita Kartika Rini

Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi pencemaran air tanah di tempat pembuangan akhir sampah TPAS Kelurahan Terjun Kecamatan Medan Marelan dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas dengan tujuan untuk mengetahui keberadaan dan pola distribusi lindi di TPAS Terjun. Dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner-Alpha pada 3 lintasan. Lintasan I dan II sebanyak 32 elektroda dengan panjang lintasan 160 meter. Lintasan III sebanyak 16 elektroda dengan panjang lintasan 80 meter. Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan software *res2dinV*. Nilai resistivitas di sebelah barat daya pusat pembuangan sampah berada pada range 0,972 Ω -9,35 Ω . Nilai resistivitas di sebelah tenggara pusat pembuangan sampah berada pada range 0,571 Ω -17,0 Ω . Nilai resistivitas di sekitar pemukiman penduduk berada pada range 1,71 Ω -4,18 Ω . Kuantitas lindi terbesar berada pada lintasan III berada disekitar pemukiman penduduk.

Kata Kunci : TPAS

LATAR BELAKANG

Sampah bersifat padat mudah membusuk terutama dari zat-zat organik seperti sisa sayuran, sisa daging, daun, dan sebagainya. Sedangkan yang tidak membusuk seperti kertas, plastik, logam, kaca, dan sebagainya. Sampah dapat diklasifikasikan atas berbagai jenis. Menurut sumbernya, sampah terbagi atas sampah alam dan sampah manusia. Menurut bentuknya sampah dibedakan atas sampah padat dan sampah cair. Masalah sampah di kota-kota besar di Indonesia sudah sampai

tingkat serius, termasuk kota Medan. Kota Medan yang memiliki luas 265,1 Km² yang terdiri dari 21 kecamatan dan 151 kelurahan memiliki timbulan sampah sebesar 1.194,4 ton/hari. Jadi dengan jumlah penduduk Kota Medan sebesar 2.019.642 jiwa berarti setiap jiwa menanggung sampah sebesar 4.310,4 m³/hari. Pelayanan sampah di Kota Medan dibagi atas 3 wilayah. Setiap wilayah terdiri dari 7 kecamatan. Wilayah I dan II dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPAS)

Rahmatsyah adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Rita Juliani adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Nita Kartika Rini adalah Alumni Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Medan

Namo Bintang yang berada di Padang Bulan dan wilayah III dibuang ke TPAS Terjun yang berada di Marelau.

Semula teknologi yang digunakan dalam pembuangan akhir sampah adalah *control landfill*, namun pada kenyataannya sistem yang digunakan adalah *open dumping*, hal ini disebabkan karena pihak pengelola tidak menerapkan aturan yang berlaku. Hal ini menimbulkan pencemaran baik pencemaran air, tanah, maupun udara. Pencemaran merupakan masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Undang-undang Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 1982). Pencemaran air tanah merupakan suatu keadaan air yang mengalami penyimpangan dari keadaan normalnya. Air tanah yang

sudah tercemar dengan cairan sampah (lindi) dapat mempengaruhi kualitas air tanah. Lindi merupakan limbah cair yang berasal dari sampah basah atau sampah organik yang terkena air hujan. Lindi mengandung zat-zat berbahaya seperti Hg dan H₂S. Lindi sampah memiliki konduktivitas yang lebih tinggi dibandingkan air tanah. Dengan kata lain, lindi mempunyai resistivitas/tahanan jenis yang lebih rendah dari air tanah. Nilai resistivitas air tanah fresh adalah 10-100 Ωm.

Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu metode geofisika yang memanfaatkan resistivitas yang digunakan untuk menentukan kontaminan cair dalam tanah yang sering diasosiasikan sebagai fluida konduktif. Berdasarkan sumber dari masyarakat sekitar, TPAS diduga terdapat akumulasi rembesan lindi yang dapat mencemari air tanah. Hal ini dapat diketahui melalui kondisi sumur yang terlihat keruh dan berbau tidak sedap. Metode geolistrik resistivitas telah dikembangkan pada awal tahun 1990. Metode ini dapat digunakan untuk penyelidikan bawah permukaan,

Rahmatsyah adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Rita Juliani adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Nita Kartika Rini adalah Alumni Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Medan

seperti untuk menentukan sumber air tanah, untuk memonitor pencemaran air tanah. Prinsip kerja dari metode geofisika resistivitas adalah arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus. Metode geolistrik terbukti merupakan metode sederhana yang terkenal dalam pendeteksian kualitas air tanah. Batasan masalah penelitian parameter yang dicari adalah resistivitas. Dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner, serta pengolahan data menggunakan *software* Res2Dinv. Serta manfaat penelitian mampu memberikan sumbangan pemikiran di bidang ilmu pengetahuan terutama geofisika dalam memecahkan berbagai permasalahan tentang air tanah sebagai sumber air. Serta bermanfaat dari sudut pandang peringatan awal dalam upaya memantau pencemaran air tanah dangkal dan dapat menjadi bahan pertimbangan yang berguna dalam pengelolaan dan penentuan lokasi TPA.

Pengertian tentang sampah telah banyak dikemukakan oleh para ahli.

Untuk memahaminya, ditelaah beberapa pengertian sampah. Menurut UU Tahun 18 Tahun 2008, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Dalam pengertian lain sampah adalah sesuatu yang tidak dikehendaki oleh yang punya dan bersifat padat, ada yang mudah membusuk terutama dari zat-zat organik seperti sisa sayuran, sisa daging, daun, dan sebagainya. Sedangkan yang tidak membusuk seperti kertas, plastik, logam, kaca, dan sebagainya.

Sampah dalam ilmu kesehatan lingkungan merupakan benda atau hal-hal yang tidak dapat digunakan lagi, tidak dipakai, tidak disenangi atau harus dibuang sehingga tidak sampai mengganggu kelangsungan hidup. Aktivitas manusia dalam memanfaatkan alam selalu meninggalkan sisa yang dianggap sudah tidak berguna lagi sehingga diperlakukan sebagai barang buangan disebut sampah. Ada 3 faktor penting dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas sampah yaitu jumlah penduduk, keadaan lasti ekonomi,

Rahmatsyah adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Rita Juliani adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Nita Kartika Rini adalah Alumni Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Medan

kemajuan teknologi. Berdasarkan bentuknya sampah diklasifikasikan atas 2 yaitu : sampah padat dan sampah cair.

Sampah padat adalah segala bahan buangan selain kotoran manusia, urine dan sampah cair. Dapat berupa sampah rumah tangga: sampah dapur, sampah kebun, plastik, metal, gelas dan lain-lain. Menurut bahannya sampah ini dikelompokkan menjadi sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik merupakan sampah yang berasal dari barang yang mengandung bahan-bahan organik, seperti sisa-sisa sayuran, hewan, kertas, potongan-potongan kayu dari peralatan rumah tangga, potongan-potongan ranting, rumput pada waktu pembersihan kebun dan sebagainya. Berdasarkan kemampuan diurai oleh alam (biodegradability), maka dapat dibagi lagi menjadi: a) Biodegradable: yaitu sampah yang dapat diuraikan secara sempurna oleh proses biologi baik aerob atau anaerob, seperti: sampah dapur, sisa-sisa hewan, sampah pertanian dan perkebunan; b) Non-biodegradable: yaitu sampah yang

tidak las diuraikan oleh proses biologi. Dapat dibagi lagi menjadi:

b.1) Recyclable: sampah yang dapat diolah dan digunakan kembali karena memiliki nilai secara ekonomi seperti lastic, kertas, pakaian; b.2) Non-recyclable: sampah yang tidak memiliki nilai ekonomi dan tidak dapat diolah atau diubah kembali seperti tetra packs, carbon paper, thermo coal.

Sampah cair adalah bahan cairan yang telah digunakan dan tidak diperlukan kembali dan dibuang ke tempat pembuangan sampah. Sampah hitam merupakan sampah cair yang dihasilkan dari kamar mandi atau toilet. Sampah ini mengandung patogen yang berbahaya.

Sampah mempunyai karakteristik yang berbeda antar satu kota dengan kota lainnya tergantung pada tingkat sosial ekonomi penduduk, iklim, dan lain-lain. Karakteristik sampah menurut dapat mencakup antara lain: yaitu: 1) Komposisi fisik sampah, adalah mencakup besarnya persentase dari komponen pembentuk sampah yang terdiri dari sampah organik yang sifatnya mudah membusuk dan

sampah anorganik (kertas, kayu, kaca, logam, plastik). Berdasarkan hasil survey di beberapa kota di Indonesia umumnya sekitar 70-80% merupakan sampah organik; 2) Komposisi kimia sampah adalah besarnya persentase senyawa/unsur kimia yang terkandung dalam sampah. Umumnya komposisi kimia sampah terdiri dari carbon, hidrogen, nitrogen, sulfur dan fosfor serta unsur lainnya yang terdapat dalam protein, lemak, dan karbohidrat.

Densitas (kepadatan) sampah, adalah besaran yang menyatakan berat sampah persatuan volume. Besarnya kepadatan sampah tiap kota berbeda tergantung pada kondisi sosial ekonomi dan iklim kota tersebut. Terdapat kecenderungan bila produksi sampahnya tinggi (umumnya di negara industri) maka densitasnya lebih rendah. Kepadatan sampah di negara berkembang berkisar antara 100-600 kg/m³, sedangkan kepadatan sampah kota Medan rata-rata sebesar 250 kg/m³.

Kadar air sampah, yaitu besaran (biasanya dalam satuan %) yang menyatakan antara berat air dengan

berat basah sampah total atau dengan berat kering sampah tersebut. Umumnya kadar air di negara berkembang berkisar antara 50%-70%. **Kondisi Geologi Kota Medan**

Geologi Daerah Medan dan sekitarnya dibentuk oleh batuan Aluvium muda (Qh), Formasi Medan (Qpme), Satuan Mentar (QTvm), Satuan Tufa Toba (Qvt), Satuan Binjai (Qvbj), Satuan Singkut (Qvbs) dan Formasi Baong (Tmb). Uraianya sebagai berikut: a) Batuan Aluvium muda (Qh), merupakan batuan kuarter. Batuan ini tersusun atas kerikil, pasir, dan lempung; b) Satuan Mentar (QTvm), Litologi satuan mentar terdiri dari batuan piroklastik batu apung, dengan komposisi batu apung dan fragmen-fragmen batuan beku berukuran beberapa cm hingga 40 cm, warna coklat kekuningan berbintik hitam, berbutir sangat kasar. Fragmen-fragmen batu apung berwarna putih kecoklatan berbintik hitam dan struktur skoria. Satuan ini berumur Plio-Pleistosen. Melihat dari karakteristiknya, satuan mentar ini bersifat berpori dan permeable; c) Satuan Singkut (Qvbs), Satuan ini

Rahmatsyah adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Rita Juliani adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Nita Kartika Rini adalah Alumni Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Medan

tersusun oleh tuf batuapung dan piroklastik. Tuf batuapung berwarna abu-abu cerah, putih kekuningan berbintik hitam dan fragmen-fragmen batuapung serta batuan beku dalam berbagai ukuran. Batuan-batuan banyak tersingkap dengan rekahan-rekahan sebagai jalan keluarnya mata air. Hal ini menunjukkan sebagai tuf batuapung. Satuan singkut memiliki permeabilitas rekahan dan daya resap airtanah yang tinggi; c) Satuan Binjai (Qvbj), Satuan ini terdiri dari breksi aliran dengan fragmen-fragmen campuran lepas berupa bongkah-bongkah maupun blok-blok besar batuan beku berbentuk menyudut hingga membulat tanggung, terdapat debu dan pasir. Breksi tersebut terlihat sangat berpori dan permabel dengan butiran-butiran berada dalam keams terbuka dan terdapatnya aliran berupa mataair kecil akibat dari resapannya dari permukaan tanah. Melihat karakteristik fisik ini, daerah-daerah yang ditempati oleh batuan breksi Satuan Binjai sangat memenuhi syarat sebagai daerah resapan; d) Formasi Baong (Tmb), Formasi ini terletak di wilayah

cekungan Sumatera Utara. Formasi tersusun oleh batu pasir dan batu lempung yang diendapkan dibawahnya. Formasi Baong berumur Miosen Tengah-Atas (Azan, dkk, 2006).

Daya dukung tanah permukaan di Daerah Medan dan sekitarnya berkisar antara $0,962 - 2,732 \text{ kg/cm}^2$. Nilai kelulusan air di Daerah Medan dan sekitarnya bervariasi antara 10^{-4} cm/det hingga 10^{-5} cm/det. Kota Medan dan sekitarnya dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) Zona kelayakan tempat pembuangan akhir sampah, yaitu : Zona Layak Sedang memiliki skor antara 82 - 126, Zona Layak Rendah memiliki skor antara 39 - 81 dan Zona Tidak Layak yaitu merupakan zona yang tercakup dalam komponen penyisih yaitu kawasan airport, jalur jalan dan badan air. Lokasi TPA Terjun terutama dibentuk oleh lanau-lanau lempungan, berwarna abu kehitaman, bersifat lunak-sangat lunak merupakan endapan rawa. Tebal satuan ini berkisar antara 2,5 m hingga > 40 meter.

Rahmatsyah adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Rita Juliani adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Nita Kartika Rini adalah Alumni Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Medan

Kedudukan muka air tanah bebas di TPAS Terjun sangat dangkal yaitu 0,50 meter. Umumnya TPAS Terjun merupakan daerah yang tergenang dan daerah rawa bakau. Pengujian kelulusan air pada lokasi TPA Terjun memberikan nilai k antara 10^4 hingga 10^6 cm/det. TPAS Terjun termasuk dalam zona permeabilitas rendah, tetapi sesungguhnya TPAS ini merupakan daerah jenuh air (oversaturated) karena merupakan daerah dataran rawa. Dapat diketahui nilai daya dukung tanah di sekitar lokasi TPA berkisar antara 1,850 - 2,208 kg/cm².

Lokasi TPAS Terjun Marelan

Kelurahan Terjun Kecamatan Medan Marelan Kota Medan mempunyai luas areal keseluruhan \pm

16,05 Km² dengan luas pemukiman \pm 2,1 Km² dengan deskripsi wilayah sebagai berikut: a) Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Hampan Perak; b) Sebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Labuhan Deli; c) Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Medan Labuhan, dan; d) Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Medan Helvetia.

Kelurahan Terjun Kecamatan Medan Marelan terbagi atas 22 Lingkungan. Di Lingkungan 13 Kelurahan Terjun Kecamatan Medan Marelan terdapat lahan pemerintah Kota Medan seluas \pm 13 Ha yang dijadikan Tempat Pembuangan Akhir Sampah, atau di kenal dengan TPAS Terjun seperti yang terlihat pada gambar berikut



Gambar 1. Lokasi Tempat Pembuangan Akhir Terjun Medan Marelan

Rahmatsyah adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Rita Juliani adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Nita Kartika Rini adalah Alumni Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Medan

Air Tanah

Air tanah dapat didefinisikan sebagai semua air yang terdapat dalam ruang batuan dasar atau regolith. Dapat juga disebut aliran yang sangat alami mengalir ke permukaan air tanah melalui pancaran atau rembesan. Kebanyakan air tanah berasal dari hujan (disebut juga air *meteoric* atau *vadose*). Air hujan yang meresap ke dalam tanah menjadi bagian dari air tanah, perlahan-lahan mengalir ke laut, atau mengalir langsung dalam tanah atau dipermukaan dan bergabung dengan aliran sungai. Banyaknya air yang meresap ke tanah selain bergantung pada ruang dan waktu juga dipengaruhi oleh kecuraman lereng, kondisi material permukaan tanah, banyaknya vegetasi serta curah hujan. Meskipun curah hujan besar tetapi lerengnya curam, ditutupi material impermeabel, persentase air mengalir dipermukaan lebih banyak daripada meresap ke bawah. Sedangkan pada curah hujan sedang, pada lereng landai dan permukaannya permeabel, persentase air yang meresap lebih banyak. Sebagian air yang meresap

tidak bergerak jauh karena tertahan oleh daya tarik molekuler sebagai lapisan pada butiran-butiran tanah. Sebagian menguap lagi ke atmosfer dan sisanya merupakan cadangan bagi tumbuhan selama belum hujan.

Air yang tidak tertahan dekat permukaan menerobos sampai zona dimana seluruh ruang terbuka pada sedimen atau batuan terisi air (jenuh air). Air di dalam zona saturasi (*zone of saturation*) ini dinamakan air tanah (*ground water*). Batas atas zona ini disebut muka air tanah (*water table*). Lapisan tanah, sedimen atau batuan di atasnya yang tidak jenuh air disebut zona aerasi (*zone of aeration*). Muka air tanah umumnya tidak horizontal tetapi pada lebih kurang mengikuti topografi di atasnya. Apabila tidak ada hujan maka muka air dibawah bukit akan menurun perlahan-lahan sampai sejajar dengan lembah. Namun hal ini tidak terjadi karena hujan akan mengisi (*recharge*) lagi.

Metode Geolistrik Resistivitas

Geolistrik adalah salah satu metode dalam geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di

Rahmatsyah adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Rita Juliani adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Nita Kartika Rini adalah Alumni Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Medan

dalam bumi. Pendeteksian di atas permukaan meliputi pengukuran medan potensial, arus, dan elektromagnetik yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat penginjeksian arus ke dalam bumi. Metode geolistrik yang terkenal antara lain: metode Potensial Diri (SP), arus *telluric*, *magnetotelluric*, elektromagnetik, IP (*Induced Polarization*), dan resistivitas (tahanan jenis).

Metode geolistrik resistivitas merupakan metode geolistrik yang mempelajari sifat resistivitas (tahanan jenis) listrik dari lapisan batuan di dalam bumi. Pada metode ini arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua buah elektroda arus dan dilakukan pengukuran beda potensial melalui dua buah elektroda potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial listrik akan dapat dihitung variasi harga resistivitas pada lapisan permukaan bumi di bawah titik ukur (*Sounding point*). Pada metode ini dikenal banyak konfigurasi elektroda, diantaranya yang sering digunakan adalah: konfigurasi Wenner, konfigurasi Schlumberger,

konfigurasi Wenner-Schlumberger, konfigurasi Dipol-dipol, *Rectangle Line Source* dan sistem gradien 3 titik.

Berdasarkan pada tujuan penyelidikan metode ini dibagi menjadi dua yaitu *mapping* dan *sounding*. Metode resistivitas *mapping* merupakan metode resistivitas yang bertujuan mempelajari variasi resistivitas lapisan bawah permukaan secara horisontal. Sedangkan metode resistivitas *sounding* bertujuan mempelajari variasi resistivitas batuan di bawah permukaan bumi secara vertikal. Pada metode ini, pengukuran pada suatu titik sounding dilakukan dengan jalan mengubah-ubah jarak elektroda. Perubahan jarak elektroda ini tidak dilakukan secara sembarang, tetapi mulai jarak elektroda kecil kemudian membesar secara gradual. Jarak elektroda ini sebanding dengan kedalaman lapisan batuan yang terdeteksi. Dari kedalaman lapisan batuan yang terdeteksi, akan diperoleh ketebalan dan resistivitas masing-masing lapisan batuan.

Rahmatsyah adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Rita Juliani adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Nita Kartika Rini adalah Alumni Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Medan

Dua Elektroda Arus di Permukaan Bumi

Apabila terdapat 2 elektroda arus yang dibuat dengan jarak tertentu seperti pada gambar 2 dibawah

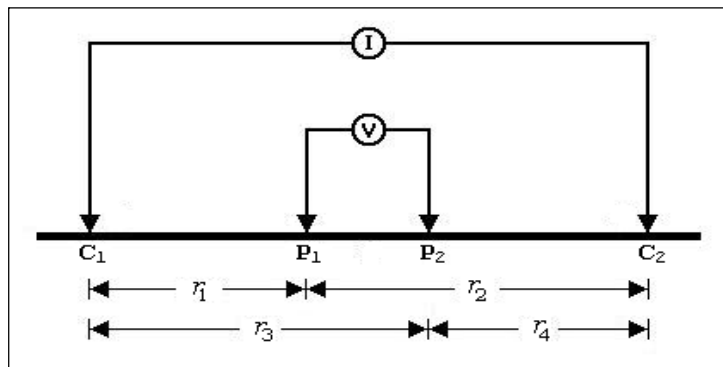
$$V_{11} = \left(\frac{I\rho}{2\pi} \right) \frac{1}{r_1} \quad (1)$$

Karena arus pada kedua elektroda sama dan berlawanan arah, maka potensial pada titik P₂ akibat elektroda arus C₂ dapat ditulis,

$$V_{12} = - \left(\frac{I\rho}{2\pi} \right) \frac{1}{r_2} \quad (2)$$

Sehingga potensial total pada titik P₁ oleh C₁ dan C₂ dapat dituliskan sebagai berikut:

$$V_{11} + V_{12} = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (3)$$



Gambar 2. Dua pasang elektroda arus dan potensial pada permukaan medium homogen isotropis dengan tahanan jenis ρ (Telford, et. al., 1976).

Konfigurasi Wenner

adalah tiga kali jarak elektroda potensial, jarak potensial dengan titik sounding-nya adalah $a/2$, maka jarak

tersebut maka potensial pada titik-titik dekat permukaan akan dipengaruhi oleh kedua elektroda arus tersebut. Potensial pada titik P₁ akibat elektroda arus C₁ adalah :

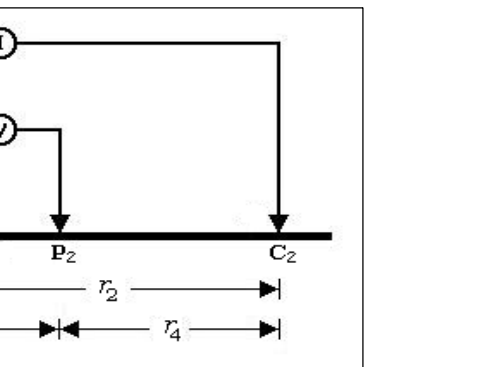
$$V_{11} = \left(\frac{I\rho}{2\pi} \right) \frac{1}{r_1}$$

Karena arus pada kedua elektroda sama dan berlawanan arah, maka potensial pada titik P₂ akibat elektroda arus C₂ dapat ditulis,

$$V_{12} = - \left(\frac{I\rho}{2\pi} \right) \frac{1}{r_2}$$

Sehingga potensial total pada titik P₁ oleh C₁ dan C₂ dapat dituliskan sebagai berikut:

$$V_{11} + V_{12} = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$



Gambar 2. Dua pasang elektroda arus dan potensial pada permukaan medium homogen isotropis dengan tahanan jenis ρ (Telford, et. al., 1976).

Konfigurasi Wenner

adalah tiga kali jarak elektroda potensial, jarak potensial dengan titik sounding-nya adalah $a/2$, maka jarak

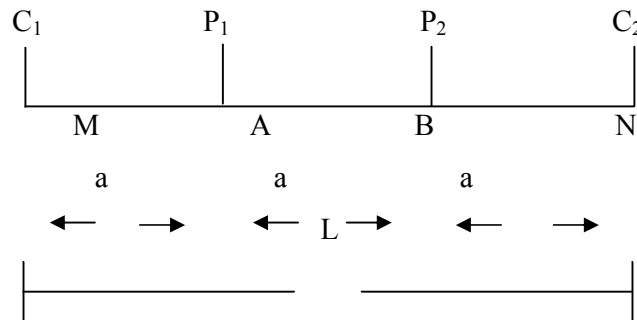
masing elektroda arus dengan titik sounding-nya adalah $3a/2$. Metode ini diperkenalkan

kedalaman yang mampu dicapai pada metode ini adalah $a/2$. Dalam

akuisisi data lapangan susunan

Rahmatsyah adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Rita Juliani adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Nita Kartika Rini adalah Alumni Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Medan

elektroda arus dan potensial *sounding*.
diletakkan simetri dengan titik



Gambar 3. Elektroda arus dan potensial pada konfigurasi Wenner

Dari gambar diatas terlihat bahwa jarak $AM = NB = a$ dan jarak $AN = MB = 2a$,

Teknik Pengambilan Data

Pengambilan data di TPAS Terjun Kecamatan Medan Marelan dilakukan dengan menggunakan alat Geolistrik ARES. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode Wenner-Alpha. Jarak antara satu elektroda dengan elektroda lainnya yaitu 5 meter. Dari data hasil download yang didapatkan dari alat geolistrik Ares, akan diketahui nilai resistivitas semu.

Dari data tersebut diolah dengan menggunakan metode optimasi *least-square* non-linier yang ada pada *software Res2Dinv* untuk inversi 2 dimensi (2-D). Dari inversi 2-dimensi

tersebut diperoleh gambar penampang resistivitas yang menggambarkan atau mencitrakan distribusi resistivitas bawah permukaan tanah yang diteliti. Pada penelitian, pada setiap lintasan akan didapatkan gambar penampang melintang resistivitas.

Dari gambar yang dihasilkan pada pengolahan dengan *software Res2dinv*, akan dibandingkan berdasarkan distribusi resistivitasnya yang ditunjukkan dengan citra warna yang berbeda dan disertai dengan kedalaman lapisan tanah yang diteliti, kemudian dibandingkan dengan kondisi lokasi penelitian. Dengan cara ini dapat diketahui daerah mana yang

Rahmatsyah adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Rita Juliani adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Nita Kartika Rini adalah Alumni Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Medan

mengandung akumulasi rembesan air lindi.

D. Hasil Penelitian

Hasil pengukuran geolistrik dilakukan dengan metode Wenner-Alpha di TPAS Kelurahan Terjun Kecamatan Medan Marelan diperoleh arus dan potensial yang berasal dari rekaman elektroda yang dihubungkan dengan alat geolistrik dan sumber arus. Jarak antara satu elektroda dengan lainnya 5 meter. Alat

geolistrik yang digunakan sudah dapat bekerja secara otomatis untuk mengkonfigurasi elektrodanya sehingga tidak perlu mengganti-ganti elektrodanya secara manual. Adapun hasil yang diperoleh berasal dari 3 lintasan yaitu lintasan I dan II terdiri dari 32 elektroda serta lintasan III terdiri dari 16 elektroda. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel .1. dibawah ini.

Tabel .1. Tabel Lintasan Elektroda

Nomor Lintasan	Posisi Lintasan	Letak Lintasan	Jumlah elektroda	Panjang lintasan
I	03°43.072' LU- 03°43.102' LU dan 098°38.954' BT- 098°38.872' BT	Di sebelah barat daya dari pusat sampah dan merupakan jalur truk pengangkut sampah	32 pasang elektroda	160 meter
II	03°43.045' LU- 03°43.174' LU dan 098°38.984' BT- 098°39.014' BT	Di sebelah tenggara dari pusat pembuangan sampah dan juga merupakan jalur truk pengangkut sampah	32 pasang elektroda	160 meter
III	03°43.053' LU- 03°43.048' LU dan 098°39.055' BT- 098°39.090' BT	Di rumah penduduk yang jaraknya sekitar 100 meter dari lokasi TPAS.	16 pasang elektroda	80 meter

PEMBAHASAN HASIL ANALISIS DAN INTERPETASI DATA

Data yang diperoleh dari diinversi 2 dimensi dengan metode pengukuran dengan menggunakan Least Square non linier yang ada pada alat geolistrik ARES kemudian software *Res2DInv*. Hasil inversi 2

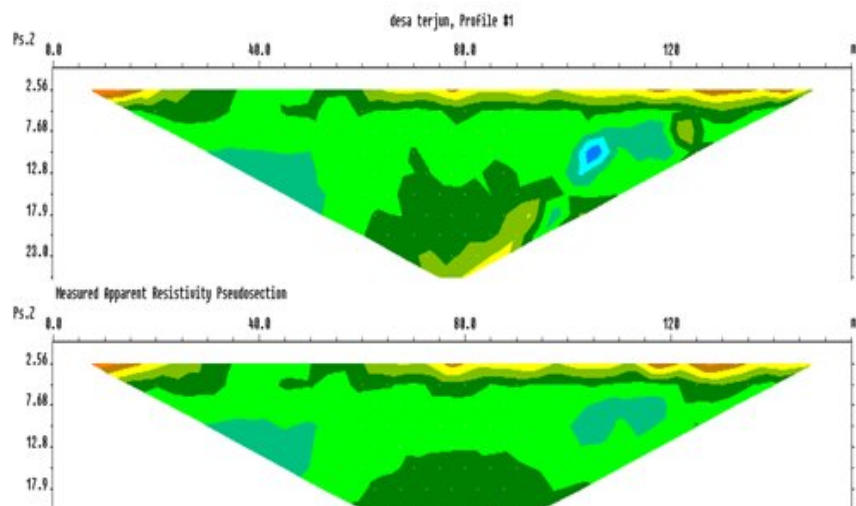
Rahmatsyah adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Rita Juliani adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Nita Kartika Rini adalah Alumni Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Medan

dimensi ini didapat gambar penampang distribusi resistivitas bawah permukaan yang diteliti. Dari gambar penampang resistivitas tersebut dihasilkan tiga bagian gambar yang berbeda pada masing-masing lintasan, yaitu gambar pertama merupakan distribusi resistivitas yang terukur di lapangan, gambar kedua menjelaskan distribusi resistivitas berdasarkan nilai resistivitas semu hasil perhitungan dan gambar ketiga menjelaskan distribusi resistivitas setelah dilakukan inversi yang menunjukkan nilai resistivitas sebenarnya. Hasil

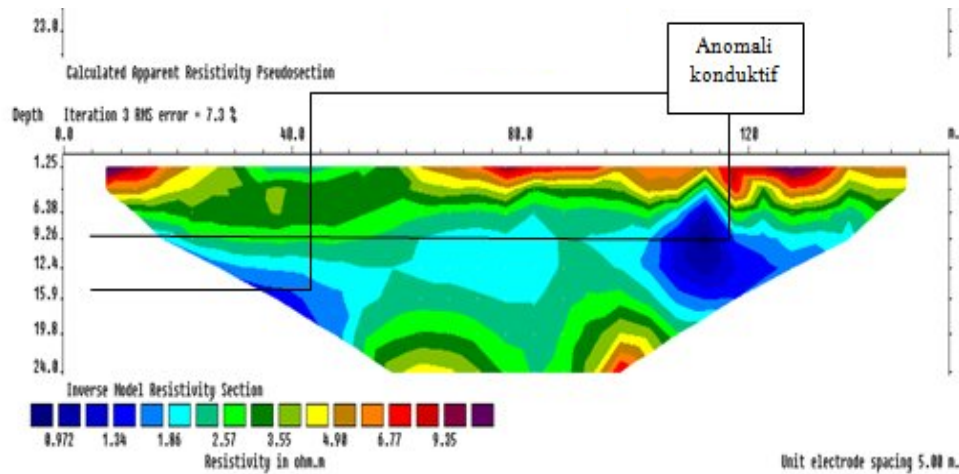
inversi menunjukkan nilai resistivitas sebenarnya yang berbeda dengan resistivitas semu hasil perhitungan. Berikut ini analisa data yang diperoleh dari hasil penelitian:

Lintasan I

Data yang diperoleh dengan menggunakan alat geolistrik adalah nilai resistivitas semu. Nilai resistivitas berada pada range 0,972-9,35 Ωm , panjang lintasan pertama adalah 160 meter, jarak antara elektroda 5 meter, setelah di inversikan dengan *Software Res2Dinv* diperoleh gambar penampang seperti gambar di bawah:



Rahmatsyah adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Rita Juliani adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Nita Kartika Rini adalah Alumni Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Medan



Gambar 4. Penampang Resistivitas Lintasan I TPAS Terjun

Berdasarkan gambar penampang resistivitas Lintasan I dapat diketahui nilai resistivitas dari masing-masing lapisan berbeda. Penjelasannya sebagai berikut: a) Lintasan I ini terletak di sebelah barat daya dari pusat pembuangan sampah yang mebujur dari arah barat ke timur. Pada lintasan ini dapat diketahui anomali berada pada sepanjang lintasan dengan kisaran kedalaman 4–19,8 meter dengan anomali konduktif sebesar 0,972-1,86 Ωm yang dicitrakan dengan warna biru dan biru muda dan diduga merupakan batuan dengan porositas yang terisi oleh lindi. Tetapi dalam lintasan I ini terdapat 2 titik zona yang menunjukkan anomali konduktif yang

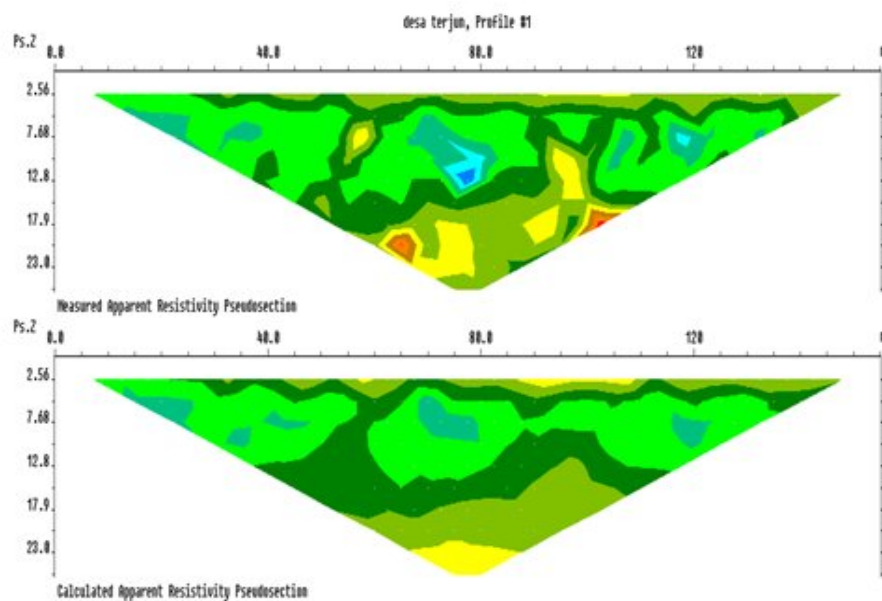
begitu besar yaitu pada pengukuran 16-50 meter dan pada pengukuran 102-134 meter. Hal ini terjadi karena banyaknya sampah-sampah yang sudah membusuk sehingga menghasilkan cairan lindi dan banyak meresap pori-pori batuan di sekitarnya; b) Resistivitas tinggi terlihat pada titik pengukuran 7- 27,5 meter dan pada 65-160 meter dengan kedalaman berkisar dari 1-6,38 meter. Hal ini disebabkan karena pada permukaan lintasan berada di atas timbunan sampah seperti plastik dan sampah-sampah lain yang mengandung resistivitas tinggi; c) Lintasan I merupakan tanah lempungan basah lembek, lempung lanauan, dan tanah lanauan basah. Tanah lempungan basah lembek

berada pada sebagian besar area

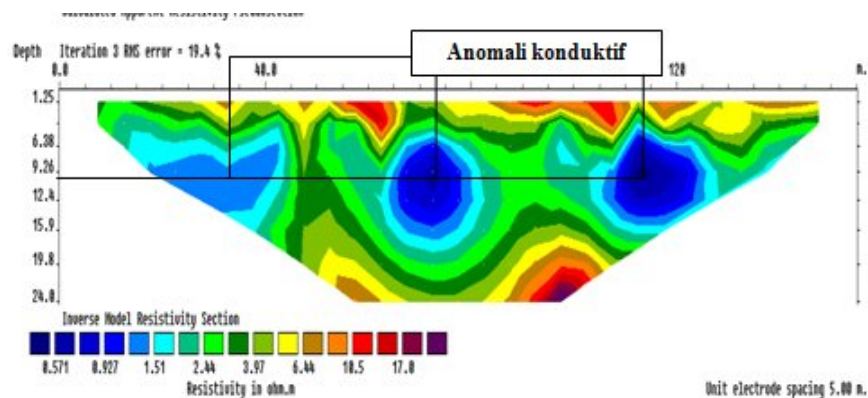
lintasan dicitrakan dengan warna hijau. Sedangkan pada lempung lanauan dan tanah lanauan basah terlihat pada sebagian di permukaan lintasan sampai pada kedalaman 6,38 meter dicitrakan dengan warna kuning, merah, dan ungu; d) Total volume sampah pada lintasan I di TPAS Terjun yaitu $\pm 1440 \text{ m}^3$.

Lintasan II

Data yang diperoleh dengan menggunakan alat geolistrik adalah nilai resistivitas semu. Nilai resistivitas berada pada range 0,571-17,0 Ωm , panjang lintasan pertama adalah 160 meter, jarak antara elektroda 5 meter, setelah di inversikan dengan *Software Res2Dinv* diperoleh gambar penampang seperti gambar di bawah:



Rahmatsyah adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Rita Juliani adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Nita Kartika Rini adalah Alumni Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Medan



Gambar 5. Pernampang Resistivitas Lintasan II TPAS Terjun

Berdasarkan gambar penampang resistivitas Lintasan I dapat diketahui nilai resistivitas dari masing-masing lapisan berbeda. Penjelasannya sebagai berikut: a) Lintasan II ini diambil di bagian tenggara dari pusat sampah yang membujur dari selatan ke utara. Dari gambar penampang resistivitas 4.2., lintasan ini terlihat 3 titik anomali konduktif yang begitu jelas yaitu berada pada awal pengukuran berkisar dari 7-25 meter, bagian tengah yang berkisar dari 60-82,5 meter, dan akhir pengukuran yang berkisar antara 92-130 meter. Anomali ini berada pada kisaran kedalaman 4-15,9 meter. Tetapi dalam hal ini anomali konduktif yang berada pada awal pengukuran tidak terlalu besar, yang ditunjukkan dengan pencitraan gambar yang

masih berwarna biru muda. Sedangkan pada bagian tengah dan akhir pengukuran sudah menunjukkan pencitraan warna biru tua yang berarti memungkinkan adanya rembesan polutan yang cukup tinggi; b) Lintasan II ini juga terdapat resistivitas tinggi. Hal ini terjadi pada pengukuran 27,5 m sampai akhir pengukuran, mulai dari awal permukaan sampai kedalaman berkisar 6,38 meter yang diduga merupakan tanah yang sudah bercampur dengan plastik sisa pembuangan sampah. Resistivitas tinggi terdapat pada sebagian besar permukaan lintasan pengukuran sampai pada kedalaman 4 meter dan juga pada kisaran kedalaman 15,9-24,0 meter; c) Lintasan II dibagi menjadi beberapa bagian yaitu tanah

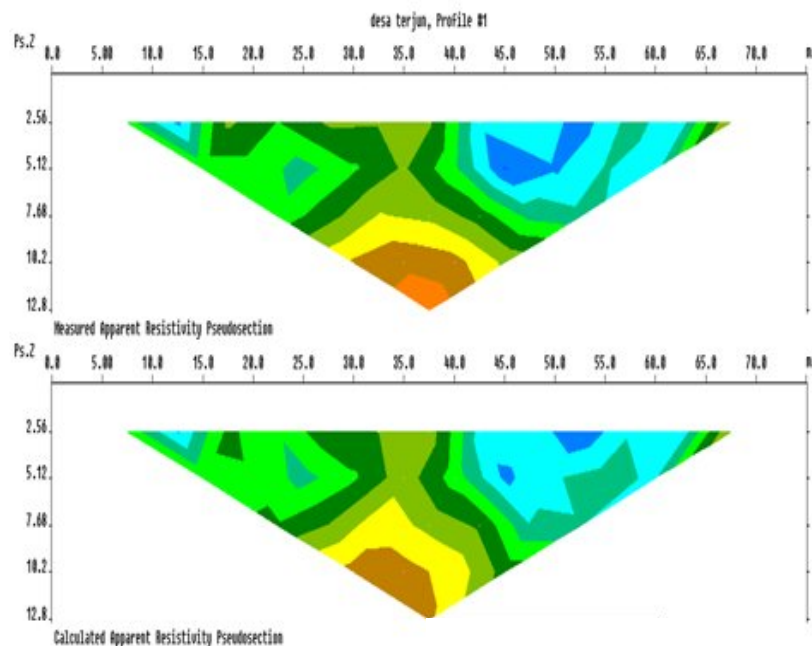
Rahmatsyah adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Rita Juliani adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Nita Kartika Rini adalah Alumni Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Medan

lempungan basah lembek, lempung lanauan, tanah lanauan basah, dan tanah lanauan pasiran. Tanah lempungan basah lembek berada pada sebagian besar area lintasan. Hal ini dapat dilihat dari warna hijau tua, dan hijau muda. Sedangkan pada lempung lanauan dan tanah lanauan basah terlihat pada sebagian di permukaan lintasan sampai pada kedalaman 6,38 meter. Hal ini ditandai dengan warna kuning dan merah. Tanah lanauan pasiran berada pada sekelumit kecil pengukuran 100 meter dengan

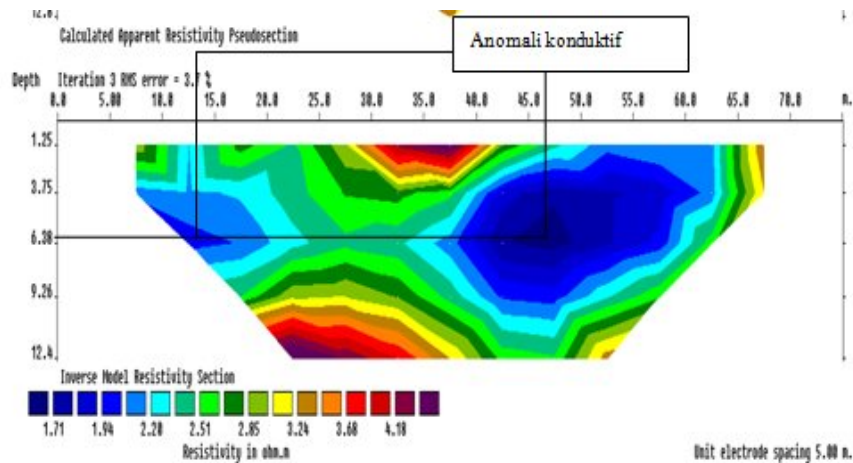
kedalaman 24 meter yang dicitrakan dengan warna coklat tua dan ungu.

Lintasan III

Data yang diperoleh dengan menggunakan alat geolistrik adalah nilai resistivitas semu. Nilai resistivitas berada pada range 1,71-4,18 Ωm , panjang lintasan pertama adalah 80 meter, jarak antara elektroda 5 meter, setelah di inversikan dengan *Software Res2Dinv* diperoleh gambar penampang seperti gambar di bawah:



Rahmatsyah adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Rita Juliani adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Nita Kartika Rini adalah Alumni Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Medan



Gambar 6. Penampang Resistivitas III TPAS Terjun

Berdasarkan gambar penampang resistivitas Lintasan I dapat diketahui nilai resistivitas dari masing-masing lapisan berbeda. Penjelasan sebagai berikut: a) Lintasan III diambil pada salah satu pekarangan rumah penduduk yang letaknya kurang lebih 100 meter dari lokasi TPAS. Lintasan III ini diletakkan di bagian timur yang membujur dari barat ke timur. Lintasan ini membujur sepanjang 80 meter. Dari gambar penampang resistivitas 4.3., lintasan ini terlihat anomali konduktif yang begitu luas dan dalam daripada lintasan I dan II. Hal ini disebabkan karena permukaan tanah rumah penduduk lebih rendah daripada TPAS itu sendiri. Anomali konduktif ini terlihat pada pengukuran 7,5-64

meter dengan kedalaman dari awal permukaan sampai kisaran 12 meter. Hal ini menunjukkan rembesan polutan yang cukup tinggi. Rembesan polutan ini terjadi karena tanah yang berada pada lintasan ini cukup lembek ketika dipijak yang memungkinkan pori-pori tanah dan batumannya cepat menyerap lindi tersebut. Apalagi di sekitar lintasan ini terdapat kolam ikan milik penduduk setempat.; b) Lintasan III ini terlihat 2 titik daerah yang menunjukkan adanya resistivitas tinggi yaitu terlihat pada pengukuran 27,5-42,5 meter dengan kedalaman dari awal permukaan sampai berkisar 3,75 meter dan pada pengukuran 17,5-40 meter dengan kedalaman 9,26-12,4 meter; c) Lintasan III merupakan tanah lempungan basah

Rahmatsyah adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Rita Juliani adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Nita Kartika Rini adalah Alumni Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Medan

lembek, lempung lanauan dan tanah lanauan basah. Tanah lempungan basah berada pada sebagian besar lintasan pengukuran. Hal ini dicitrakan dengan warna hijau. Lempung lanauan dan tanah lanauan basah berada pada pengukuran 25-45 meter yang berada pada permukaan lintasan sampai kisaran kedalaman 1,25 meter dan pada pengukuran 17,5-35 meter dengan kedalaman

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) Kuantitas rembesan lindi terbesar berada di sebelah timur TPAS yang berada disekitar rumah penduduk. Hal ini terlihat pada gambar penampang distribusi resistivitas pada lintasan ketiga, dimana terdapat anomali konduktif sebesar $1,71\Omega-4,18\Omega$. Ini bisa terjadi karena tanah yang berada pada lintasan III cukup lembek ketika

9,26-12,4 meter. Hal ini dapat dilihat dari citra gambar yang berwarna coklat dan merah; d) Lintasan III terdapat sumur bor. Hal ini terlihat dari citra gambar berwarna biru meruncing ke atas. Lintasan III terdapat anomali konduktif yang begitu luas karena aliran irigasi yang langsung masuk ke kolam ikan sehingga pencemaran air tanah sudah terlihat pada permukaan tanah.

dipijak yang memungkinkan batuan-batuan didalamnya terisi oleh lindi dengan kuantitas tertinggi dari pada lintasan yang lain; 2) Dalam hal ini, pola distribusi kuantitas lindi tidak merata. Ada yang mengalir ke arah barat daya, namun ada juga yang mengalir ke arah timur dan tenggara. Hal ini dipengaruhi oleh struktur batuan pada setiap lintasan berbeda-beda.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar Mansurudin, (2005), *Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Untuk Menentukan Letak Akumulasi Rembesan Polutan Sampah Di Tempat Pembuangan Akhir Sampah Pakusari Jember.*, Skripsi, FMIPA, Universitas Jember, Jember.
- Arbain, Mardana, N.K., Sudana, I.B., (2008), Pengaruh Air Lindi Tempat Pembuangan Akhir Sampah Suwung Terhadap
- Rahmatsyah adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Rita Juliani adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Nita Kartika Rini adalah Alumni Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Medan

- Kualitas Air Tanah Dangkal Di Sekitarnya Di Kelurahan Pedungan Kota Denpasar, *Ecotrophic* **3 (2): 55-60.**
- Azan, S., Hutasoit, L.M., dan Ramdhan, A.M., (2006), *Penentuan Daerah Resapan Sumber Mataair Daerah Sibolangit Sumatera Utara, Jurnal Geoaplika, Vol 1,1: 015-030.*
- Harmayani, K.D., Konshukarta, I.G.M., (2007), *Pencemaran Air Tanah Akibat Pembuangan Limbah Domestik Di Lningkungan Kumuh Banjar Ubung Sari Kelurahan Ubung, Jurnal Pemukiman Tanah, Vol 5,2 : 62-108.*
- Karo, Y.T., (2009), *Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Di Kelurahan Sidorame Timur Kecamatan Medan Perjuangan Kota Medan., Skripsi, FISIP, USU, Medan.*
- Lean Wijaya, (2009), *Identifikasi Pencemaran AirTanah Dengan Metode Geolistrik Di Wilayah Ngringo Jaten Karanganyar Jawa Tengah, Skripsi, FMIPA, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.*
- Meirinda, (2008), *Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kualitas Udara Dalam Rumah Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Kelurahan Terjun Kecamatan Medan Marelan Tahun 2008., Tesis, Sekolah Pasca Sarjana, USU, Medan.*
- Setyowati Lies, (2007), *Evaluasi Kinerja Dinas Kebersihan Dalam Pelayanan Persampahan Di Kota Medan., Tesis, Program Pasca Sajana, USU, Medan.*
- Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E., dan Keys D. A. 1976. *Applied Geophysic.* London: Cambridge University Press.

Rahmatsyah adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Rita Juliani adalah Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan; Nita Kartika Rini adalah Alumni Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Medan