

Indikasi Penyebaran Kontaminan Sampah Bawah Permukaan Dengan Menggunakan Metode Magnetik (Studi Kasus: TPA Supit Urang, Malang)

Arif Rahman Hakim^{1)*}, Adi Susilo²⁾, Sukir Maryanto²⁾

¹⁾ Program Studi Magister Ilmu Fisika, Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang

²⁾ Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang

Diterima 06 Maret 2014, direvisi 01 April 2014

ABSTRAK

Penelitian mengenai penyebaran kontaminan telah dilakukan di TPA Supit Urang, kota Malang. Penelitian ini dilakukan pada bulan April 2013 – Januari 2014 di TPA Supit Urang dan daerah sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan kontaminan di TPA Supit Urang dan pola penyebarannya. Penelitian dimulai dengan melakukan koreksi data yang meliputi koreksi diurnal dan koreksi IGRF sehingga diperoleh anomali magnetik total, kemudian dilakukan reduksi ke kutub dan kontinuasi ke atas sehingga diperoleh anomali magnetik sisa yang berkisar antara -800 nT sampai 1100 nT. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa kontaminan yang terdapat di TPA Supit Urang terakumulasi di bagian dalam TPA kemudian menyebar ke segala arah dengan kedalaman rembesan mencapai 25 meter. Penyebaran kontaminan ini lebih cenderung ke arah selatan karena daerah tersebut terdapat sungai yang merupakan jalur pembuangan lindi dari TPA menuju sungai tersebut. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa struktur bawah permukaan TPA Supit Urang didominasi oleh batuan sedimen seperti batuan pasir, lempung, tufa, tufa breksi dan breksi. Berdasarkan hasil uji kimia, kontaminan yang terdapat di TPA ini diduga berupa lindi dengan nilai suseptibilitas antara 0,0001 Wb/Am sampai 0,001Wb/Am. Lindi di TPA ini mengandung beberapa logam berat dengan konsentrasi yang berbeda-beda yakni Kobalt (Co) 0.38 mg/L, Tembaga (Cu) 0,58 mg/L, Besi (Fe) 6,5 mg/L, Timbal (Pb) 5,4 mg/L dan Seng (Zn) 4,8 mg/L.

Kata kunci : Kontaminan, metode magnetik, suseptibilitas.

ABSTRACT

Research has been done on the spread of contaminants in the Supit Urang landfill, the city of Malang. The research was done in April 2013 - January 2014 in the area around Supit Urang landfill. The research purpose to determine the presence of contaminants in the Supit Urang landfill and distribution patterns. This research was begun by doing a data correction, consists of diurnal correction and IGRF correction so that got the total magnetic anomaly. Then, did reduction to the pole and upward continuation so that got the residual magnetic anomaly value ranging from -800 nT to 1100 nT. The results of data processing showed that contaminants in Supit Urang landfill accumulated on the inside of the landfill and then spreads in all directions with a depth of seepage reaches 25 meters. The spread of these contaminants are more inclined to the south because there is a river which is the discharge path of leachate from landfill to the river in the area. The results also showed the structure of the subsurface Supit Urang landfill dominated by sedimentary rocks such as sandstone, clay, tuff, tuff breccia and breccia. Based on the chemical test results, it showed contaminants in landfill is suspected to be leachate with susceptibility value between 0,0001 Wb/Am to 0,001 Wb/Am. Leachate from landfill contains some heavy metals with different concentrations, such as Cobalt (Co) 0,38 mg/L, Copper (Cu) 0,58 mg/L, Iron (Fe) 6,5 mg/L, Lead (Pb) 5,4 mg/L and Zinc (Zn) 4,8 mg/L.

Keywords : Contaminant, magnetic method, susceptibility.

*Corresponding author :

E-mail: arifrahmanhakim50@gmail.com

PENDAHULUAN

Sebagai akibat dari perkembangan penduduk, wilayah pemukiman dan fasilitas perkotaan di beberapa kota besar di Indonesia, timbul berbagai masalah yang berhubungan dengan daya dukung lingkungan. Salah satunya adalah masalah pengolahan sampah, maka kebutuhan lokasi pembuangan sampah meningkat pula [11].

Salah satu aspek penting dalam pengelolaan sampah padat perkotaan adalah masalah lindi yang jika dalam pengelolaannya tidak dilakukan dengan baik akan menyebabkan ancaman serius bagi lingkungan, karena lindi akan memasuki aliran air bawah tanah dan juga air permukaan sehingga menyebabkan penurunan kualitas air tanah berupa pencemaran terhadap air tanah dangkal. Lindi merupakan zat pencemar berupa cairan yang mengalir atau 'larut' dari TPA, dengan komposisi yang bervariasi tergantung dari usia TPA dan jenis limbah yang terkandung di dalamnya. Lindi ini biasanya mengandung bahan pencemar terlarut dan bahan pencemar yang tidak larut [3].

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Supit Urang terletak di Kelurahan Mulyorejo Kecamatan Sukun Kabupaten Malang merupakan salah satu pembuangan sampah yang letaknya dekat dengan pemukiman penduduk. Layanan TPA ini mencakup seluruh sampah yang ada di dalam kota Malang dan sekitarnya. TPA ini merupakan salah satu contoh TPA yang menerapkan sistem *Open Dumping* sehingga dapat menimbulkan bau dan pencemaran air melalui rembesan air lindi ke air tanah atau air bawah tanah.

Menurut Hasan [5], sumber kontaminan yang terdapat di daerah TPA berasal dari lindi. Beberapa logam yang sering dijumpai dalam lindi adalah Kobalt (Co), Tembaga (Cu), Seng (Zn), Mangan (Mn), Besi (Fe) yang merupakan hara mikro esensial dan Timbal (Pb), Kadmium (Cd), Kromium (Cr) yang merupakan hara mikro non esensial bagi tanaman. Logam-logam tersebut dapat mengendap pada pH tertentu atau setelah mengalami oksidasi. Jika logam-logam tersebut sampai masuk ke dalam tubuh manusia maka akan sangat berbahaya bagi kelangsungan hidup manusia tersebut [7].

Lindi yang dihasilkan dari pembusukan sampah TPA ini dapat dideteksi dengan menggunakan metode geofisika seperti geolistrik dan magnetik. Dalam hal ini menggunakan metode magnetik karena metode magnetik ini belum pernah dilakukan untuk meneliti pencemaran air tanah. Penggunaan metode ini dilakukan mengingat kandungan logam yang terdapat dalam lindi memiliki sifat kemagnetan yang sangat kuat.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2013 – Januari 2014 di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Supit urang yang terletak di Kelurahan Mulyorejo, Kecamatan Sukun, Kota Malang, Jawa Timur dengan koordinat $7^{\circ}58'59''$ LS dan $112^{\circ}34'41''$ BT. Adapun Letak daerah penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Akuisisi Data

Kontaminan yang berada di bawah permukaan dapat dideteksi dengan menggunakan metode geofisika, salah satunya yaitu metode magnetik. Penggunaan metode magnetik ini dilakukan karena mengingat kandungan logam berat di dalam lindi dapat ditarik kuat oleh magnet seperti besi, timbal, kromium dll.

Di dalam logam-logam tersebut terdapat pula kandungan mineral magnetik yang dapat mempengaruhi nilai susceptibilitas dari suatu batuan. Dengan menggunakan metode ini akan diperoleh suatu variasi nilai susceptibilitas bawah permukaan, sehingga dengan memanfaatkan nilai tersebut maka dapat diketahui adanya anomali yang diteliti. Anomali yang diharapkan pada penelitian ini adalah nilai susceptibilitas tertentu yang menunjukkan keberadaan kontaminan serta sebarannya.

Pengambilan data penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *looping*, dengan pengertian satu siklus pengukuran diawali dan diakhiri pada titik base yang telah ditentukan. Hal ini bertujuan agar koreksi *diurnal* dapat dilakukan terhadap pengukuran. Spasi yang dipakai antara satu titik dengan titik yang lain yaitu 10 meter untuk setiap lintasan. Jarak atau posisi titik tersebut sewaktu-waktu bisa berubah dikarenakan tempat pada titik tersebut tidak dapat dilakukan pengambilan data. Pada tahap ini, diperoleh data nilai intensitas medan magnetik, waktu, posisi lintang, posisi bujur dan ketinggian. Sedangkan denah TPA Supit Urang serta lintasan survey yang diambil dalam penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.

Setelah data lapangan diperoleh, dilakukan pengolahan data berupa koreksi *diurnal* (harian) dan koreksi IGRF. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan pengaruh medan magnet luar atau variasi harian dan medan anomali. Nilai koreksi *diurnal* (H_D) ini dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [9] :

$$H_D = \frac{(t_n - t_{aw})}{(t_{ak} - t_{aw})} (H_{ak} - H_{aw}) \quad (1)$$

dimana

t_n = waktu pada titik n

t_{aw} = waktu awal

t_{akh} = waktu akhir

H_D = nilai koreksi *diurnal*

H_{akh} = nilai medan magnet di titik akhir

H_{awl} = nilai medan magnet di titik awal

Sedangkan untuk koreksi IGRF diperoleh dari hubungan dari tiga komponen dasar medan magnet, yaitu medan utama (*main field*), medan luar (*external field*) dan medan anomali (*anomaly field*). Medan utama merupakan harga rata-rata intensitas medan magnet untuk daerah pengukuran [9] :

$$\Delta H = H - H_D - H_0 \quad (2)$$

dimana:

ΔH = anomali medan magnetik

H = medan magnet yang terukur

H_D = medan magnet pengaruh luar (*diurnal*)

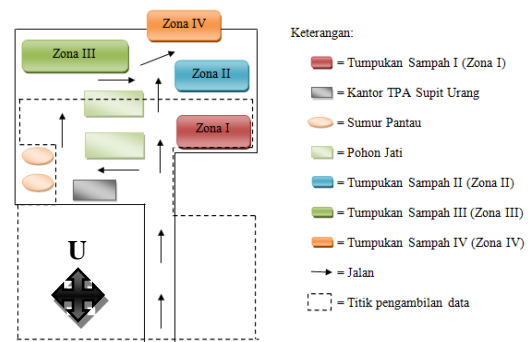
H_0 = medan magnet utama bumi (IGRF)

Dari kedua koreksi di atas, maka dapat diperoleh nilai anomali magnetik total daerah penelitian.

Tahapan selanjutnya adalah reduksi ke kutub. Reduksi ke kutub merupakan salah satu

filter pengolahan data magnetik untuk menghilangkan pengaruh sudut inklinasi magnetik. Filter tersebut diperlukan karena sifat dipol anomali magnetik menyulitkan interpretasi data lapangan yang umumnya masih berpola asimetrik. Hasil dari reduksi ke kutub menunjukkan anomali magnetik menjadi satu kutub. Hal ini ditafsirkan posisi benda penyebab anomali medan magnet berada dibawahnya [9].

Langkah selanjutnya yaitu kontinuitas ke atas. Langkah ini merupakan pengubahan data medan potensial yang diukur pada suatu level permukaan, menjadi data yang seolah-olah diukur pada level permukaan lebih atas. Kontinuitas keatas bisa juga dikatakan sebagai proses medan potensial magnetik suatu data yang terukur diatas permukaan yang lebih tinggi. Kontinuitas ini digunakan untuk memisahkan anomali lokal terhadap anomali regional. Hingga langkah ini diperoleh data medan magnetik total yang sudah terbebas dari pengaruh diurnal, IGRF dan medan regional, sehingga yang tersisa hanya akibat benda penyebab anomali saja.



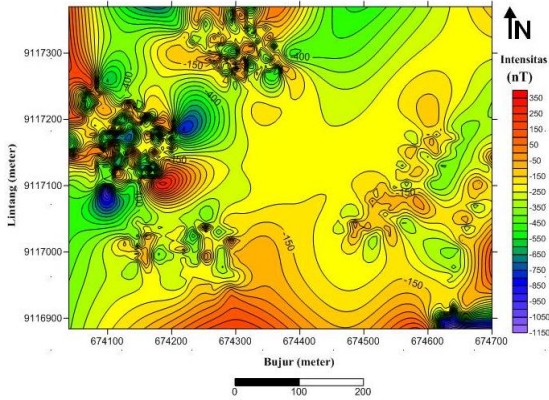
Gambar 2. Denah TPA Supit Urang dan lintasan survei lapangan

Langkah terakhir yaitu pemodelan. Proses ini dilakukan untuk mengetahui gambaran kondisi bawah permukaan dari daerah yang diteliti. Pemodelan ini dilakukan dengan bantuan *software Mag2dc* dimana *Software Mag2dc* berfungsi untuk memodelkan struktur bawah permukaan dengan memasukkan nilai inklinasi, deklinasi, posisi serta nilai IGRF daerah penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

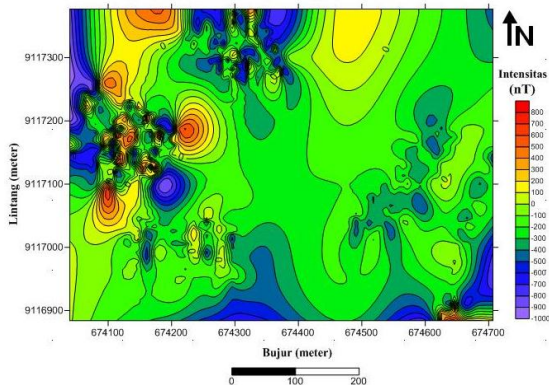
Berdasarkan hasil pengolahan data

magnetik di daerah TPA Supit Urang, diperoleh hasil penggambaran pola anomali magnetik daerah penelitian. Berikut ini merupakan hasil pengolahan data magnetik penelitian.



Gambar 3. Kontur anomali magnetik total

Gambar 3 berikut merupakan kontur anomali magnetik total daerah Supit Urang yang diperoleh dari hasil koreksi harian dan koreksi IGRF dengan nilai intensitas magnetik berkisar antara -1150 nT sampai 400 nT. Hal ini menunjukkan bahwa daerah supit urang tersusun atas batuan yang memiliki kemagnetan yang cukup tinggi.

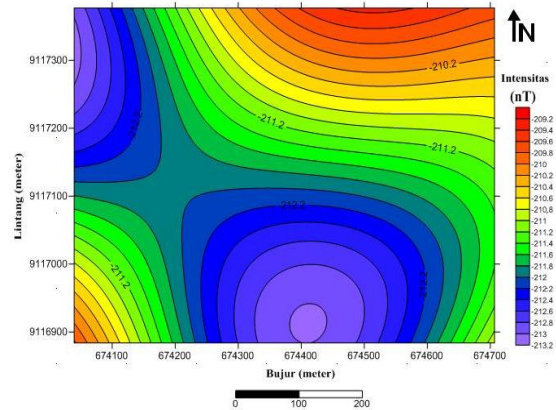


Gambar 4. Kontur anomali hasil reduksi ke kutub

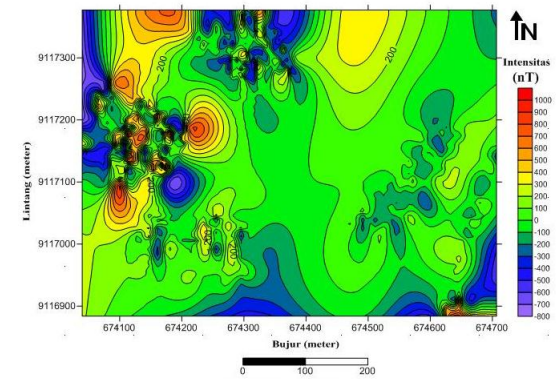
Hasil dari reduksi ke kutub daerah penelitian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Anomali magnetik hasil reduksi ke kutub di atas merupakan campuran antara anomali sisa dan regional. Oleh karena itu dilakukan proses pemisahan anomali dengan kontinuasi ke atas. Sedangkan Gambar 5 merupakan kontur anomali magnetik regional hasil kontinuasi ke atas dengan ketinggian 650 meter.

Berdasarkan hasil anomali regional

tersebut, maka dapat diperoleh anomali lokal. Anomali lokal diperoleh dari pengurangan anomali magnet total yang telah direduksi ke kutub terhadap anomali regional. Hasil anomali lokal seperti Gambar 6.



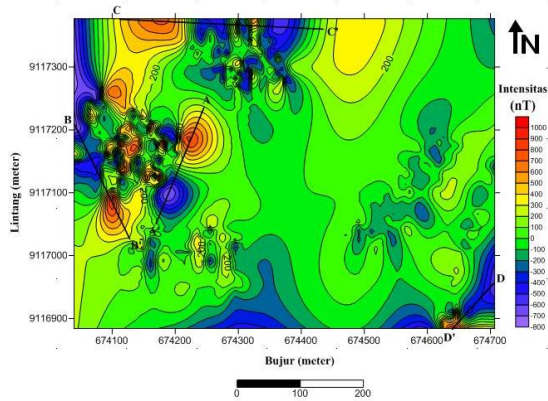
Gambar 5. Kontur anomali magnetik regional setelah kontinuasi ke atas sampai pada ketinggian 650 meter.



Gambar 6. Kontur anomali magnetik residual.

Kontur anomali magnetik residual menggambarkan pola dan karakteristik dari sebaran nilai pengukuran, perlapisan batuan dan struktur yang ada di lapangan. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan, nilai anomali magnetik residual pada daerah penelitian berada pada kisaran -800 nT hingga 1100 nT. Bervariasinya nilai anomali magnetik residual tersebut disebabkan karena adanya ketidakseragaman material bawah permukaan pada daerah penelitian. Variasi nilai medan residual ini dibagi ke dalam anomali magnetik rendah atau negatif (≤ 0 nT) dan anomali tinggi atau positif (> 0 nT). Nilai anomali magnetik positif pada daerah penyelidikan ditafsirkan sebagai batuan yang bersifat magnetik dan nilai anomali magnetik negatif ditafsirkan sebagai

batuan yang bersifat non magnetik atau demagnetisasi.

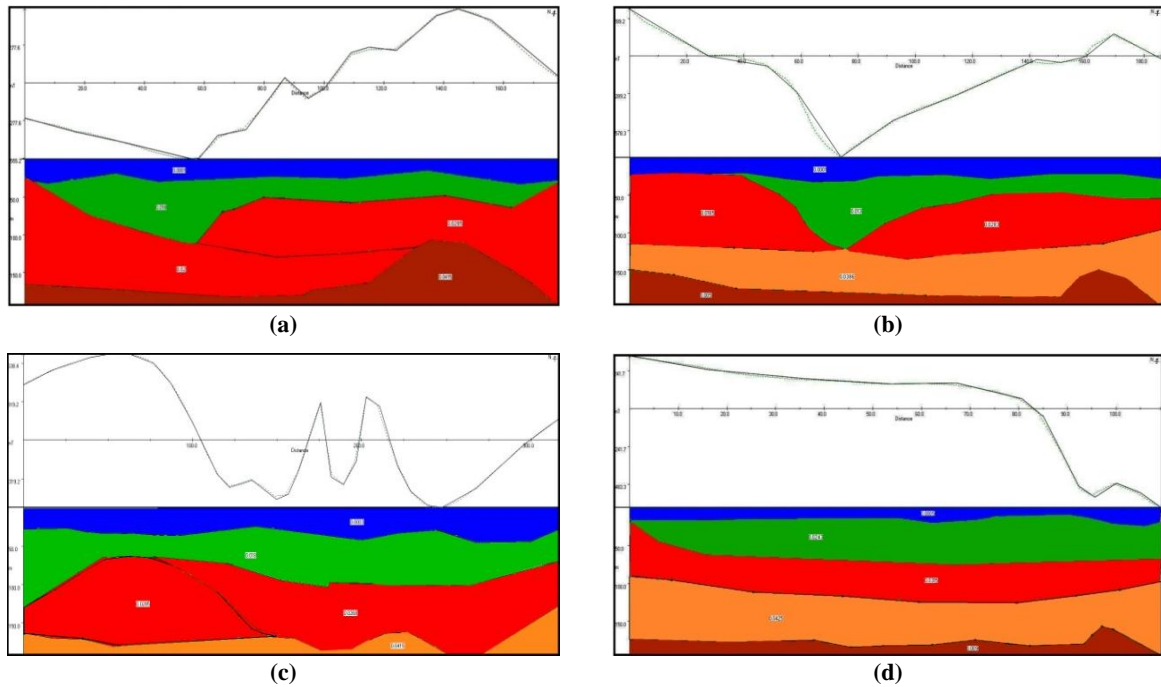


Gambar 7. Lintasan Pemodelan Anomali Residual

Untuk mengetahui gambaran struktur bawah permukaan daerah penelitian, maka

dilakukan proses pemodelan. Pemodelan ini dibuat berdasarkan hasil kontur anomali magnetik residual daerah penelitian, dalam hal ini dilakukan pada 4 lintasan irisan penampang melintang yaitu AA', BB', CC' dan DD' (Gambar 7) dengan parameter inputnya adalah inklinasi, deklinasi dan IGRF (medan magnetik utama bumi). Pada daerah penelitian ini harga inklinasi dan deklinasi berturut-turut $-33,2^\circ$ dan $1,29^\circ$ dan harga IGRF daerah penelitian 44991 nT.

Dalam interpretasi dari model yang dihasilkan, terdapat ambiguitas karena beragam model dapat dihasilkan karena parameter suseptibilitas dan kedalaman yang tidak pasti, sehingga diperlukan data pendukung berupa data geologi daerah penelitian, data bor, data suseptibilitas batuan dan data geofisika lainnya.



Gambar 7. Model penampang melintang anomali residual lintasan AA' (a), model penampang melintang anomali residual lintasan BB' (b), model penampang melintang anomali residual lintasan CC' (c), dan model penampang melintang anomali residual lintasan DD' (d).

Empat lintasan yang diambil, akan menghasilkan model penampang struktur bawah permukaan masing-masing 1 model seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. Lintasan AA' yang terletak di dalam TPA dan membentang mulai dari arah utara menuju arah barat daya seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 8a. Lintasan BB' yang terletak di dalam TPA dan membentang mulai dari arah barat menuju arah selatan seperti Gambar 8b.

Lintasan CC' yang merupakan lintasan yang berada di sebelah utara TPA Supit Urang. Lintasan ini membentang mulai dari arah barat laut menuju arah timur seperti pada Gambar 8c berikut. Lintasan DD' ini merupakan lintasan yang berada di sebelah timur TPA Supit Urang yang terletak dekat dengan pemukiman penduduk. Lintasan ini membentang mulai dari arah timur menuju arah tenggara seperti pada Gambar 8d.

Dari hasil interpretasi diatas, maka dapat dikatakan bahwa struktur bawah permukaan dari model penampang melintang dari setiap lintasan tersusun atas beberapa batuan. Batuan-batuan tersebut memiliki nilai suseptibilitas yang berbeda dan terletak pada kedalaman tertentu untuk masing-masing lintasannya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil interpretasi secara kuantitatif.

Lintasan	Suseptibilitas (Wb/Am)	Pendugaan Litologi
AA'	0,0001	Batu Pasir (terkontaminasi)
	0,018	Lempung
	0,02 – 0,0285	Tufa
	0,0415	Tufa Breksi
BB'	0,0001	Batu Pasir (terkontaminasi)
	0,013	Lempung
	0,0185 – 0,0263	Tufa
	0,0386	Tufa Breksi
CC'	0,0003	Batu Pasir (terkontaminasi)
	0,018	Lempung
	0,0268 – 0,0285	Tufa
	0,0415	Tufa Breksi
DD'	0,001	Batu Pasir (terkontaminasi)
	0,0243	Lempung
	0,0315	Tufa
	0,0425	Tufa Breksi
	0,009	Breksi

Berdasarkan hasil pemodelan, lapisan struktur bawah permukaan masing-masing lintasan ditunjukkan dengan kontras warna. Warna biru menunjukkan batu pasir yang diduga merupakan batuan yang terisi oleh kontaminan (terkontaminasi). Warna hijau menunjukkan batuan lempung. Kemudian warna merah menunjukkan batuan tufa dan warna coklat muda menunjukkan batuan tufa breksi serta warna coklat tua menunjukkan batuan breksi.

Kandungan unsur kimia leachate di TPA Supit Urang. Lindi merupakan sumber kontaminan yang dihasilkan di daerah TPA yang di dalamnya mengandung beberapa logam berat yang sangat berbahaya bagi manusia. Untuk mengetahui logam berat yang terkandung di dalam lindi maka dilakukan uji kimia. Hasil uji kimia lindi di TPA Supit Urang

ditunjukkan oleh Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kandungan unsur kimia pada lindi di TPA Supit Urang

No	Parameter	Hasil (mg/L)
1	Co	0,38
2	Mg	12,5
3	Cu	0,58
4	Zn	4,8
5	Mn	0,26
6	Fe	6,5
7	Pb	5,4
8	Cr	2,7
9	Cd	4,32
10	pH	7,6

Berdasarkan Tabel 2, maka dapat diketahui bahwa lindi di TPA Supit Urang mengandung beberapa unsur kimia dengan konsentrasi yang berbeda-beda. *Leachate* di TPA ini memiliki warna hitam pekat dan bau sedikit menyengat, hal ini sesuai dengan konsentrasi kandungan logam atau unsur kimia yang terdapat di dalam lindi. Semakin tinggi konsentrasi unsur kimia pada lindi maka akan semakin hitam warnanya dan sebaliknya.

Komposisi lindi sangat bervariasi dari waktu ke waktu bergantung pada aktivitas secara fisik, kimia dan biologis yang terjadi dalam sampah. Sangat sulit untuk menyimpulkan atau mendefinisikan karakteristik lindi di TPA. Variasi penggambaran kontaminan dari lindi telah ada dalam berbagai macam literatur untuk beberapa kondisi di lokasi yang berbeda. Rentang jumlah kontaminan yang cukup jauh menunjukkan sulitnya mendefinisikan atau memprediksikan komposisi tipikal dari berbagai macam kontaminan yang ada dalam lindi.

Pada dasarnya kandungan unsur kimia yang terkandung di dalam lindi di setiap TPA hampir sama tetapi konsentrasinya berbeda. Berikut merupakan unsur kimia yang terkandung dalam lindi berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Sudjianto [10] seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui bahwa kandungan unsur kimia yang terkandung dalam *leachate* di TPA Supit Urang pada tahun 2008 hampir sama dengan kandungan kimia lindi pada penelitian yang dilakukan saat ini, yang membedakannya hanya pada

konsentrasinya saja. Perbedaan konsentrasi lindi terjadi karena dipengaruhi oleh kondisi tumpukan sampah (suhu, pH, kelembaban dan umur) pada saat penelitian berlangsung. Pada tumpukan sampah TPA yang berusia baru atau di bawah 2 tahun mempunyai kualitas lindi yang cenderung besar, namun pada tumpukan sampah yang berusia di atas 10 tahun akan menghasilkan lindi yang cenderung netral bahkan mempunyai kandungan karbon organik dan mineral relatif rendah.

Tabel 3. Karakteristik kandungan unsur kimia lindi di TPA Supit Urang [10].

No	Parameter	Tipikal (mg/L)	Hasil (mg/L)
1	pH	6	7,10
2	Mg	25	52,7
3	K	-	20,9
4	Ca	10	30,5
5	Na		15,8
6	Si		20,2
7	Fe ²⁺	-	13,5
8	Cl	3	14,43
9	CaCO ₃	5	14
10	NH ₄	0,02	0,86
11	SO ₄	0,03	0,52
12	Pb	-	60
13	Cr	-	18
14	Cd	-	10
15	BOD	10,000	28,500
16	COD	18,000	38,000

Pendugaan keberadaan kontaminan di TPA Supit Urang. Kontaminan dapat merembes ke dalam tanah melalui celah atau rekahan batuan, maupun mengikuti aliran air hujan. Kontaminan di bawah permukaan biasanya merembes dari konsentrasi yang tinggi menuju konsentrasi rendah. Kontaminan yang merembes pada bawah permukaan tanah dapat dipengaruhi oleh perbedaan permeabilitas batuan penyusun. Batuan dengan permeabilitas yang tinggi biasanya akan meloloskan kontaminan lebih besar dari pada batuan dengan permeabilitas yang lebih kecil.

Menurut Hasan, sumber kontaminan yang terdapat di daerah TPA yaitu lindi [5]. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Huliselan dan Bijaksana (2006) di TPA Jelekong, nilai suseptibilitas lindi yang

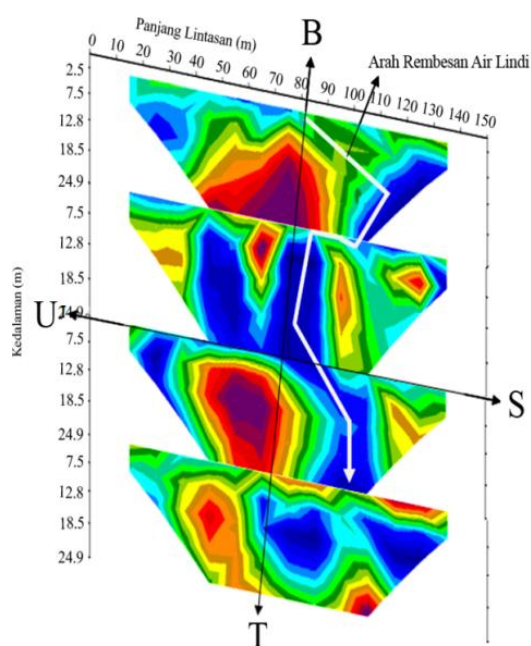
dihasilkan dari pembusukan sampah berkisar antara $100,2 \times 10^{-6}$ Wb/Am sampai $1629,4 \times 10^{-6}$ Wb/Am [6]. Sedangkan nilai suseptibilitas dari batuan yang terisi oleh kontaminan (terkontaminasi) yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 0.0001 Wb/Am sampai 0.001 Wb/Am atau setara dengan 100×10^{-6} Wb/Am sampai 1000×10^{-6} Wb/Am. Kedua hasil ini memiliki nilai suseptibilitas yang hampir sama, jika penelitian ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Huliselan dan Bijaksana maka nilai suseptibilitas yang dihasilkan dari penelitian ini berada pada range tersebut. Berdasarkan hasil ini, dapat diperkirakan bahwa kontaminan yang dihasilkan di TPA Supit Urang ini berupa lindi (*leachate*).

Dari hasil pemodelan, dapat diketahui bahwa potensi kontaminan di TPA Supit Urang terdapat di masing-masing lintasan dengan rata-rata kedalaman 25 meter yang ditunjukkan dengan adanya batu pasir yang diduga terisi oleh kontaminan. Dari pemodelan juga dapat dilihat bahwa batuan penyusun daerah TPA Supit Urang memiliki nilai suseptibilitas yang bervariasi, hal ini mengindikasikan bahwa adanya ketidakseragaman antar lapisan batuan. Batuan penyusun bawah permukaan daerah ini didominasi oleh batuan sedimen, seperti batu pasir, lempung, tufa dan breksi.

Analisa penyebaran kontaminan di TPA Supit Urang. TPA Supit Urang terletak pada ketinggian antara 522 meter sampai dengan 576 meter, TPA ini memiliki topografi yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah sekitarnya, sehingga memungkinkan kontaminan dapat menyebar ke daerah sekitar. Berdasarkan model penampang melintang residual dari masing-masing lintasan, dapat dilihat bahwa kontaminan di daerah ini diduga terakumulasi dibagian dalam TPA kemudian menyebar menuju daerah sekitar yang memiliki topografi lebih rendah.

Berdasarkan model penampang juga, kontaminan pada daerah TPA Supit Urang dapat menyebar ke arah utara dan selatan, tetapi lebih cenderung ke arah selatan. Hal ini terjadi karena daerah tersebut memiliki topografi rendah dan merupakan jalur pembuangan kontaminan dari TPA supit urang menuju sungai sehingga memungkinkan daerah tersebut terkontaminasi.

Dari model penampang, kontaminan di TPA ini dapat merembes sampai pada kedalaman 25 meter. Pada lintasan AA' dan lintasan BB', kontaminan diduga bisa merembes sampai kedalaman lebih dari 25 meter hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya nilai suseptibilitas dari batuan tufa yang berada di lapisan berikutnya. Hal ini juga mungkin terjadi mengingat batuan tufa memiliki permeabilitas yang tinggi sehingga bisa menampung kontaminan.



Gambar 8. Sebaran air lindi di TPA Supit Urang berdasarkan data geolistrik [4].

Hasil dari penelitian ini memiliki kesamaan dengan hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan pada tahun 2012. Penelitian tersebut menyatakan bahwa kontaminan di TPA Supit urang dapat menyebar hampir ke segala arah namun lebih cenderung ke arah timur dengan kedalaman rembesan mencapai 25 meter [4]. Dari kedua hasil ini jika digabungkan, maka dapat diketahui bahwa kontaminan di TPA Supit Urang memang dapat merembes ke segala arah. Selain itu, dari kedua penelitian ini diperkirakan kontaminan yang berasal dari pembusukan sampah di TPA dapat mencemari air tanah yang menjadi sumber air minum bagi penduduk sekitar, oleh karena itu untuk mengetahui kualitas air sumur yang menjadi sumber air minum penduduk sekitar TPA sudah terkontaminasi atau belum diharapkan untuk dilakukan proses uji kimia.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini yaitu struktur bawah permukaan TPA Supit Urang didominasi oleh batuan sedimen seperti batu pasir dengan nilai suseptibilitas berkisar antara 0,0001 Wb/Am sampai 0,001 Wb/Am. Selain itu, terdapat pula batuan lempung, tufa, tufa breksi dan breksi. Kontaminan di TPA ini diperkirakan berupa lindi yang terdeteksi hingga kedalaman 25 meter. Kontaminan diduga dapat merembes atau menyebar ke arah selatan dan utara tetapi lebih cenderung ke arah selatan karena selain memiliki topografi yang rendah, di bagian selatan TPA terdapat jalur pembuangan kontaminan dari TPA supit urang menuju sungai sehingga memungkinkan daerah tersebut dapat terkontaminasi

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih Bapak Purnomo selaku Laboran Laboratorium Geofisika yang telah memberikan ijin peminjaman alat penelitian serta masukan dan arahan dalam pengambilan data. Peneliti juga mengucapkan terimakasih kepada pihak Dinas Kebersihan dan Pertamanan atas ijin yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Baranov, V (1957). A new method for interpretation of aeromagnetic maps: Pseudo-gravimetric anomalies. *Geophysics* **22**, 359383.
- [2] Blakely, R.J., (1995). *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications*. Cambridge University Press, New York.
- [3] Damanhuri, E. (1995). *Teknik Pembuangan Akhir (TPA) Sampah*. Institut Teknologi Bandung Press, Bandung.
- [4] Hakim, A. R, (2012). *Studi akumulasi rembesan air lindi dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi wenner mapping*. Tugas Akhir. Program Studi Fisika. Universitas Brawijaya, Malang.

- [5] Hasan, E. Syed. (1995). *Geology Hazardous Waste Management*. Prentice Hall, USA.
- [6] Huliselan, E. K and Bijaksana, S, (2006). Magnetic Properties as Proxy Indicators of Heavy Metals in Leachate: A Case Study from Jelekong Solid Waste Disposal Site, Bandung. *Internasional Conferences on Matematical and Natural Sciences*, Indonesia, November 29 and 30.
- [7] Palar, H. (2004). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta, Jakarta.
- [8] Satiawan, S. (2009). *Aplikasi Kontinuasi Keatas dan Filter Panjang Gelombang Untuk Memisahkan Anomali Regional dan Residual Pada Data Geomagnetik*. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Geofisika. Institut Teknologi Bandung.
- [9] Sleep, N. H., dan Fujita, K., (1997). *Principles of Geophysics*. Printed and bound by Hamilton Printing Co : USA.
- [10] Sudjiyanto, A.T. (2010). *Perilaku rembesan leachate pada dasar clay liner di TPA Supit Urang Kota Malang*. Tugas Akhir. Fakultas Teknik Universitas Widyagama, Malang.
- [11] Widyatmoko, H dan Sintorini. (2002). *Menghindari, Mengolah dan Menyingkirkan Sampah*. PT. Dinastindo Adiperkasa Internasional. Jakarta.