

IDENTIFIKASI SEBARAN LOGAM BERAT PADA TANAH LAPISAN ATAS DAN HUBUNGANNYA DENGAN SUSEPTIBILITAS MAGNETIK DI BEBERAPA RUAS JALAN DI SEKITAR PELABUHAN TELUK BAYUR PADANG

Ulfa Yulius, Afdal

Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia
e-mail: ulfa_yulius@rocketmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk menentukan kandungan logam berat dan suseptibilitas magnetik serta hubungan keduanya pada tanah lapisan atas di tiga ruas jalan menuju Pelabuhan Teluk Bayur Padang. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Desember 2013 di Jalan Sutan Syahrir, Jalan By Pass dan Jalan Bungus. Sampel yang diambil berupa tanah bagian atas pada kedalaman 10 cm sebanyak lebih kurang 50 g pada tiap-tiap titik lokasi pengambilan. Sampel diambil mulai dari Pelabuhan Teluk Bayur Padang kemudian menyebar ke tiga ruas jalan dengan rentang masing-masing 5 km dengan jarak antar sampel 0,5 km. Hasil penelitian menunjukkan nilai suseptibilitas magnetik tanah lapisan atas di lokasi penelitian berkisar antara 878,9 sampai dengan $6694,2 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ dengan rata-rata keseluruhan sebesar $3415,9 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$. Nilai suseptibilitas yang lebih dari $1000 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ termasuk kategori pencemar tinggi. Hal ini dapat juga dilihat dari konsentrasi logam berat (Pb, Cu, Cd) dimana nilainya di atas nilai baku mutu, sedangkan konsentrasi Zn adalah 6,8 ppm yang masih di bawah nilai baku mutu yaitu 50 ppm. Konsentrasi logam berat menunjukkan adanya hubungan dengan suseptibilitas, dengan koefisien korelasi 0,50 untuk Pb, 0,31 untuk Cu, 0,12 untuk Cd dan 0,17 untuk Zn. Hal ini memberi harapan bahwa suseptibilitas magnetik dapat digunakan sebagai indikator penyebaran logam berat pada tanah lapisan atas akibat polusi kendaraan bermotor.

Kata kunci: suseptibilitas magnetik, logam berat, tanah lapisan atas.

ABSTRACT

The heavy metal content and magnetic susceptibility and their relations to top soil in three road sides around Teluk Bayur harbor, Padang have been investigated. The samples were taken on December 2013 at Jalan Sutan Syahrir, Jalan By Pass and Jalan Bungus. 50 g of samples were taken in the depth of 10 cm where the distance between two consecutive sample points is 0.5 km. The result shows that magnetic susceptibility of top soil range from 878.9 to $6694.2 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$, with the average of $3415.9 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$. The top soil in this research has been polluted by Pb, Cu and Cd, where their concentration is higher than natural value, that is 15.6 ppm for Pb, 20.6 ppm for Cu, 10.7 ppm for Cd, while Zn concentration of 6.8 ppm is still below its natural value. The concentration of heavy metals in top soil has the same trend with its magnetic susceptibility, with correlation coefficient is 0.5 for Pb, 0.31 for Cu, 0.12 for Cd, and 0.17 for Zn. It means that magnetic susceptibility can be used as indicator of heavy metal contamination in the top soil.

Keywords: magnetic susceptibility, heavy metal, top soil.

I. PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan dapat diakibatkan oleh beberapa hal, seperti transportasi, industri, atau emisi pabrik yang menghasilkan gas-gas berbahaya. Sumber pencemaran tanah bagian atas yang paling dominan berasal dari emisi kendaraan bermotor. Emisi kendaraan bermotor disebabkan oleh pembakaran gas karbonmonoksida dan timbal (Siregar, 2005). Bahan-bahan tersebut berasal dari gesekan mesin, karatan pada kendaraan dan gas buang kendaraan dari hasil pembakaran yang tidak sempurna. Kemudian bahan-bahan tersebut terbang bersama udara dan menimbulkan polusi udara dan mengendap di permukaan tanah. Emisi gas buang kendaraan bermotor juga cenderung membuat kondisi tanah dan air menjadi asam. Pengalaman di negara maju membuktikan bahwa kondisi seperti ini dapat menyebabkan terlepasnya ikatan tanah atau sedimen dengan beberapa mineral atau logam, sehingga logam tersebut dapat mencemari lingkungan dan mengganggu kesehatan manusia (Yuliatri, dkk., 2013).

Lapisan permukaan tanah merupakan penerima dari berbagai macam polutan terutama logam berat dan dapat digunakan sebagai indikator untuk mengetahui kualitas lingkungan hidup (Lu, dkk., 2010). Dalam aktivitasnya manusia selalu berinteraksi dengan tanah. Sebagian sumber air masyarakat adalah sumur gali. Apabila tanah sudah tercemar maka dapat mencemari air sumur. Dengan mengkonsumsi air tercemar, maka zat pencemar dapat mengendap dalam tubuh. Logam berat seperti timbal (Pb), cadmium (Cd), tembaga (Cu) dan zink (Zn) merupakan logam berat yang terkandung dalam asap kendaraan bermotor. Logam ini merupakan bahan pencemar tanah, termasuk dalam bahan anorganik dan cenderung berada dalam tanah dalam waktu yang lama (Hanafiah, 2005).

Kota Padang merupakan salah satu kota besar dengan aktivitas industri dan perdagangan yang aktif. Salah satu pusat ekspedisi barang yang tersibuk di Kota Padang adalah di Pelabuhan Teluk Bayur. Teluk Bayur merupakan pelabuhan terbuka untuk perdagangan luar negeri. Ruas jalan menuju Pelabuhan Teluk Bayur dipadati dengan kendaraan bermotor seperti truk-truk besar, mobil bahkan kereta api. Menurut Triyanto (2005), penambahan jumlah kendaraan bermotor merupakan salah satu kontributor utama pencemaran tanah karena sangat mungkin gas buang kendaraan bermotor mengandung polutan berupa logam hasil kendaraan.

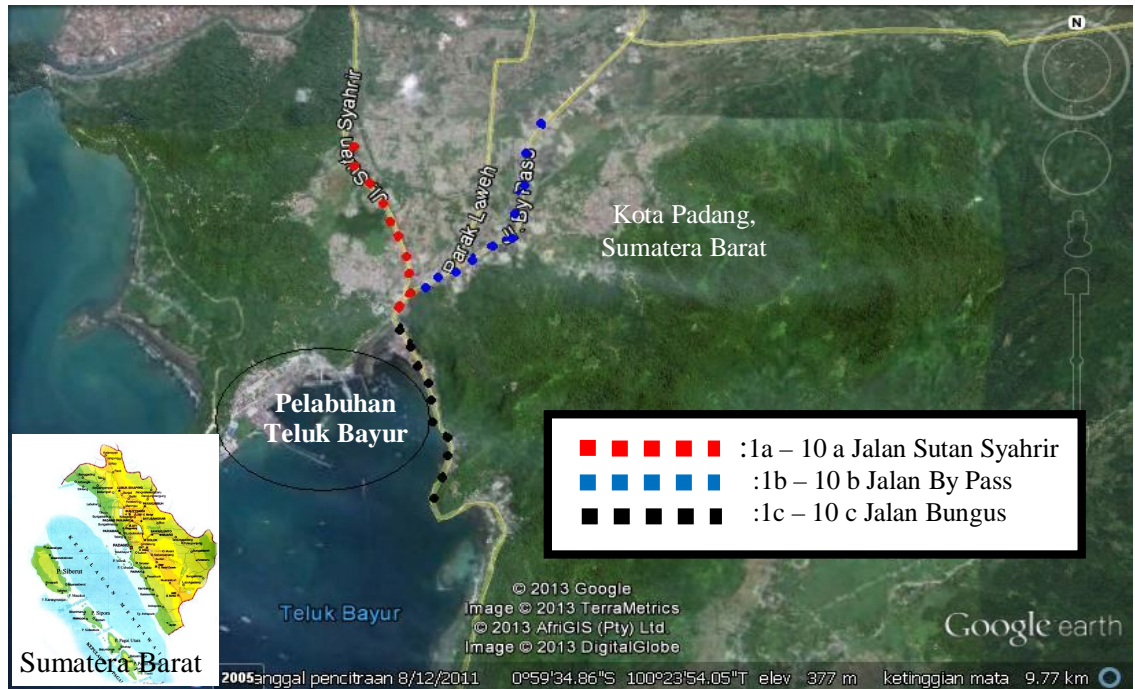
Metode suseptibilitas dapat digunakan sebagai indikasi untuk mengetahui sebaran logam berat pada tanah lapisan atas. Tanah lapisan atas mempunyai kedalaman sekitar 30 cm dari permukaan tanah. Ada tiga ruas jalan menuju Pelabuhan Teluk Bayur, yaitu Jalan By Pass, Jalan Sutan Syahrir dan Jalan Bungus. Ketiga ruas jalan tersebut berpotensi terjadinya polusi yang disebabkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor. Melihat hasil penelitian yang dilakukan peneliti sebelumnya, penulis tertarik untuk mengidentifikasi sebaran logam berat dan hubungannya dengan suseptibilitas magnetik di beberapa ruas jalan menuju Teluk Bayur.

Penelitian ini menggunakan metode geokimia dan magnetik. Metode geokimia yang biasa digunakan adalah metode AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*). Metode AAS merupakan suatu analisis untuk menentukan unsur-unsur logam dan metaloid berdasarkan penyerapan radiasi oleh atom bebas unsur tersebut. Metode magnetik batuan sering digunakan dalam kajian lingkungan dengan menggunakan variasi sifat mineral magnetik dalam tanah, debu atau sedimen sebagai indikator dari proses yang terjadi di lingkungan. Metode magnetik yang biasa digunakan adalah pengukuran suseptibilitas magnetik.

II. METODE

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Agustus 2013 hingga Januari 2014. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika Universitas Andalas; Laboratorium Tanah, Jurusan Pertanian Universitas Andalas; dan Laboratorium Air, Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Andalas. Lokasi yang menjadi objek adalah tiga ruas jalan menuju Pelabuhan Teluk Bayur Padang, yaitu Jalan By Pass, Jalan Bungus, dan Jalan Sutan Syahrir. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Sampel pada penelitian ini berupa tanah lapisan atas yang diambil pada kedalaman sepuluh sentimeter sebanyak 50 g pada tiap-tiap titik, dengan rentang masing-masing adalah lima kilometer dan jarak antara titik sampel adalah lima ratus meter. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran suseptibilitas magnetik dan konsentrasi logam berat Pb, Cd, Cu dan Zn. Pengukuran suseptibilitas magnetik dilakukan di Laboratorium Fisika Bumi dengan alat *Bartington Magnetic Susceptibility Meter MS2* dengan sensor MS2B. Pengukuran kandungan logam berat menggunakan metode *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS). Proses pengolahan data mencakup menghitung nilai rata-rata suseptibilitas dari setiap sampel, membuat grafik hubungan antara suseptibilitas dan konsentrasi terhadap jarak, grafik hubungan antara suseptibilitas magnetik dan konsentrasi masing-masing logam berat.

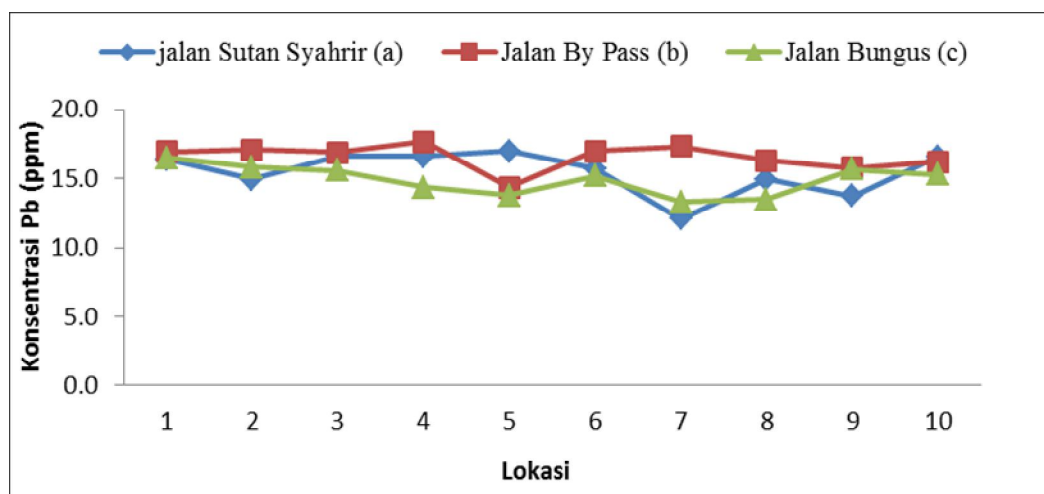


Gambar 1 Lokasi pengambilan sampel

III. HASIL DAN DISKUSI

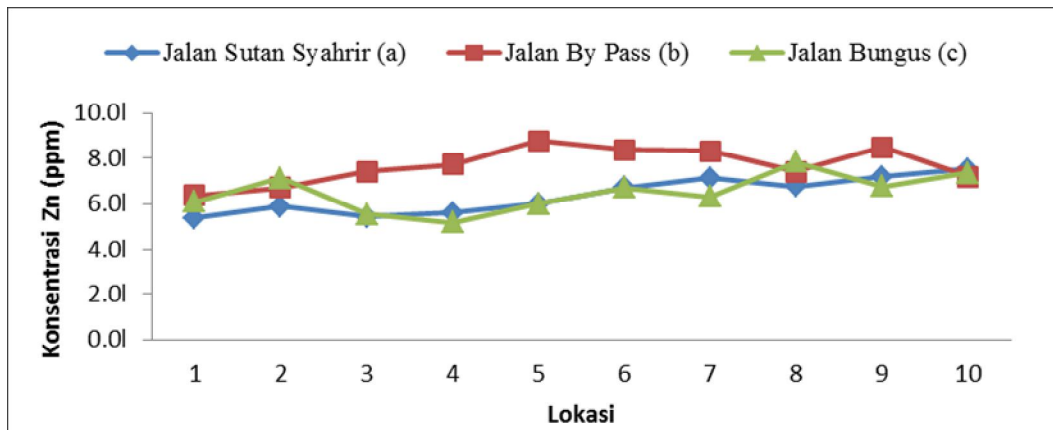
3.1 Kandungan Logam Berat

Gambar 2 menunjukkan kandungan logam berat timbal pada sampel menunjukkan nilai yang sama. Pada daerah By Pass kandungan logam berat timbal menunjukkan nilai lebih tinggi dibanding ruas jalan yang lainnya. Hal ini diduga karena Jalan By Pass lebih banyak dilalui kendaraan bermotor. Sementara kandungan terendah logam berat timbal ada pada Jalan Sutan Syahrir, yaitu sebesar 12,1 ppm. Jalan By Pass memiliki kandungan rata-rata logam berat Pb tertinggi yaitu 16,55 ppm, kemudian dilanjutkan dengan Jalan Sutan Syahrir dengan kandungan rata-rata sebesar 15,45 ppm dan rata-rata kandungan timbal terendah yaitu pada ruas Jalan Bungus sebesar 14,9 ppm. Kandungan logam berat Pb di lokasi penelitian berkisar antara 12,1 sampai dengan 17,6 ppm dengan rata-rata sebesar 15,6 ppm. Menurut Darmono (1995), batas kandungan logam berat Pb dalam tanah adalah 10 ppm, sementara rata-rata kandungan logam berat Pb di lokasi penelitian sebesar 15,6 ppm. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar tanah bagian atas diketiga ruas jalan telah tercemar logam berat Pb.



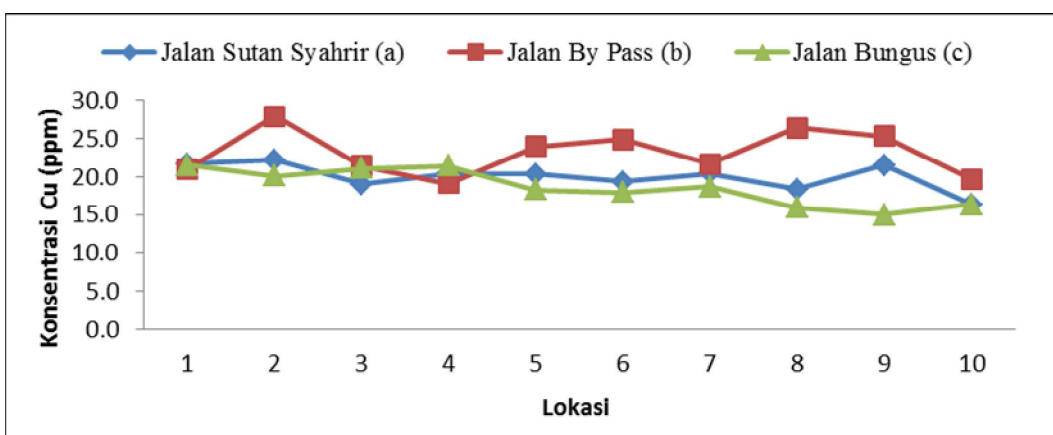
Gambar 2 Grafik konsentrasi Timbal pada masing-masing ruas jalan

Gambar 3 menunjukkan konsentrasi Zn pada tanah lapisan atas di tiga ruas jalan mengalami kenaikan bila semakin jauh dari Teluk Bayur. Jalan By Pass memiliki kandungan logam Zn paling tinggi dengan rata-rata 7,68 ppm, diikuti oleh Jalan Bungus dengan kandungan rata-rata sebesar 6,49 ppm dan Jalan Sutan Syahrir sebesar 6,37 ppm. Kandungan logam berat Zn dilokasi penelitian berkisar antara 5,2 sampai dengan 8,8 ppm. Kandungan rata-rata total logam berat Zn yang didapat di lokasi penelitian yaitu sebesar 6,9 ppm. Batas kandungan logam berat Zn dalam tanah adalah 50 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa tanah bagian atas pada ketiga ruas jalan belum tercemar logam berat Zn.



Gambar 3 Grafik konsentrasi logam berat Zn pada masing-masing jalan

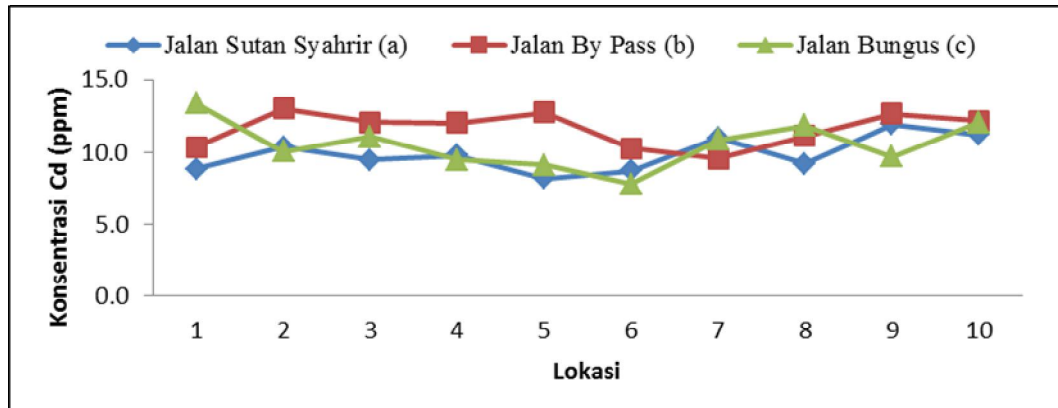
Gambar 4 menunjukkan konsentrasi logam berat Cu di ruas Jalan Sutan Syahrir dan Jalan Bungus hampir sama dengan nilai rata-rata masing-masing adalah 19,95 dan 18,62ppm. Sementara untuk ruas Jalan By Pass memiliki nilai sedikit lebih tinggi dibanding ruas jalan yang lain dengan rata-rata kandungan logam berat Cu di Jalan By Pass sebesar 23,14 ppm. Kandungan logam berat Cu di lokasi penelitian berkisar antara 15 sampai dengan 27,9 ppm, dengan rata-rata sebesar 20,57 ppm. Batas kandungan logam berat Cu dalam tanah adalah sebesar 20 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan logam berat Cu dalam tanah lapisan atas di tiga ruas jalan hanya sedikit melebihi batas ambang yang diperbolehkan. Cu merupakan salah satu logam berat hasil emisi gas buang kendaraan bermotor yang berkontribusi dalam pencemaran tanah.



Gambar 4 Grafik konsentrasi logam berat Cu pada masing-masing ruas jalan

Gambar 5 menunjukkan kandungan logam berat Cd di daerah By Pass lebih tinggi dibanding dua ruas jalan lain. Rata-rata kandungan logam berat Cd di Jalan By Pass sebesar 11,59 ppm, Jalan Bungus sebesar 10,56 ppm dan Jalan Sutan Syahrir sebesar 9,88 ppm. Ini mengindikasikan bahwa tanah bagian atas pada tiga ruas jalan tercemar oleh logam berat Cd yang diduga hasil emisi gas buang kendaraan bermotor. Kandungan logam berat Cd di lokasi penelitian berkisar antara 7,8 sampai dengan 13,4 ppm, dengan rata-rata sebesar 10,67 ppm.

Batas kandungan logam berat Cd dalam tanah adalah sebesar 0,06 ppm. Nilai ini sangat tinggi dari batas kandungan logam berat Cd yang diperbolehkan. Hasil yang sangat tinggi ini diduga terjadi karena Cd bersifat biopersistent, sekali diserap akan mengendap selama bertahun-tahun (Agustina, 2010). Karena itulah, logam berat Cd cenderung berada dalam kadar yang cukup tinggi dalam tanah.



Gambar 5 Grafik konsentrasi logam berat Cd pada masing-masing ruas jalan

Konsentrasi logam berat dalam tanah lapisan atas di area penelitian diduga karena logam berat dalam tanah sudah mengendap cukup lama sehingga kadar logam berat cukup tinggi. Keberadaan logam Pb di dalam tanah diduga hasil emisi gas buang kendaraan bermotor, karena sekitar 70% Pb yang terkandung dalam bensin akan diemisikan melalui knalpot kendaraan. Emisi kendaraan bermotor mengandung berbagai senyawa kimia. Emisi kendaraan bermotor juga dapat meningkatkan kadar partikulat debu yang berasal dari permukaan jalan, komponen ban dan rem. Emisi gas buang kendaraan bermotor juga cenderung membuat kondisi tanah menjadi asam dan dapat menyebabkan terlepasnya ikatan tanah atau sedimen dengan beberapa logam, sehingga logam tersebut dapat mencemari lingkungan (Tugaswati, 2008). Keberadaan logam berat Cd, Cu dan Zn selain berasal dari sifat alami tanah diduga berasal dari partikulat debu yang berasal dari permukaan jalan, komponen ban dan rem kendaraan bermotor.

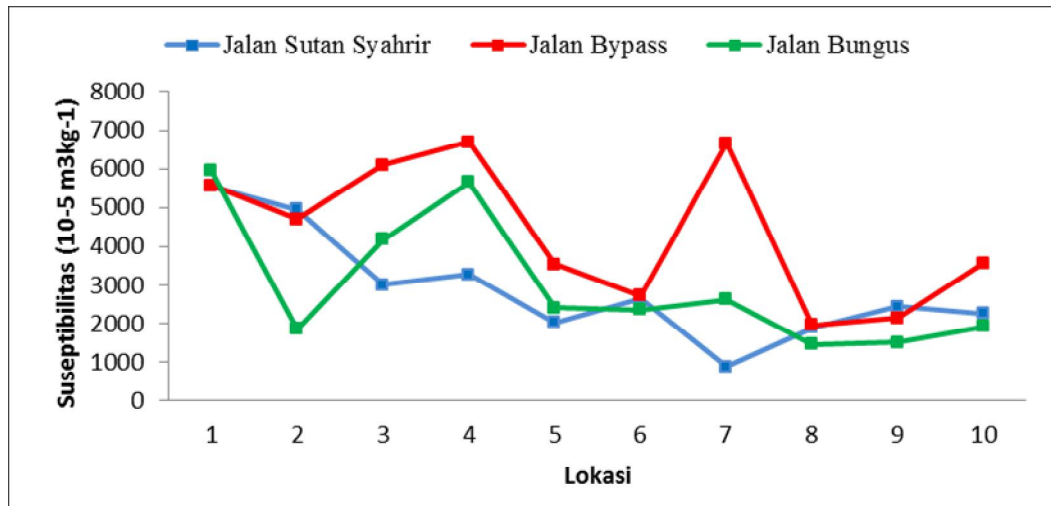
3.2 Suseptibilitas Magnetik

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa nilai suseptibilitas magnetik di Jalan By Pass paling tinggi di antara ketiga ruas jalan, dengan rata-rata sebesar $4365,6 \times 10^{-5} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$. Selanjutnya ruas Jalan Bungus dengan nilai rata-rata sebesar $2991,9 \times 10^{-5} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ dan ruas Jalan Sutan Syahrir dengan rata-rata nilai suseptibilitas sebesar $2890,1 \times 10^{-5} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$. Nilai maksimum suseptibilitas ada pada sampel di Jalan By Pass yaitu sebesar $6694,2 \times 10^{-5} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$, dimana lokasi ini merupakan kawasan persimpangan antara Jalan By Pass dengan pemukiman penduduk sehingga sering terjadi kepadatan lalu lintas yang sangat tinggi di daerah ini. Sedangkan nilai minimum suseptibilitas ada pada sampel di Jalan Sutan Syahrir yaitu sebesar $878,9 \times 10^{-5} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$, dimana kawasan ini merupakan daerah sepi sehingga tidak banyak terdapat aktivitas lalu lintas.

Menurut Evan dan Heller (2003) dalam Yuliatri, dkk., (2013) nilai suseptibilitas lebih dari $1000 \times 10^{-5} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ termasuk kategori pencemaran tinggi. Sedangkan nilai rata-rata suseptibilitas total di semua lokasi penelitian yang didapat sebesar $3415,9 \times 10^{-5} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga ruas jalan menuju Pelabuhan Teluk Bayur merupakan daerah dengan kadar pencemar yang tinggi, terutama di Jalan By Pass yang memiliki nilai rata-rata suseptibilitas paling tinggi. Nilai suseptibilitas yang cenderung lebih tinggi ini diduga karena Jalan By Pass dilewati lebih banyak kendaraan dibandingkan ruas jalan lain yang mengakibatkan bertambahnya logam berat pada tanah lapisan atas.

Dari Gambar 6 juga dapat dilihat bahwa nilai suseptibilitas magnetik di Jalan Sutan Syahrir dan Bungus cenderung menurun menjauhi titik awal pengambilan sampel di Pelabuhan Teluk Bayur. Hal ini menunjukkan aktivitas lalu lintas semakin padat jika mendekati Pelabuhan Teluk Bayur karena bertemunya banyak kendaraan di daerah Teluk Bayur. Nilai suseptibilitas

di Jalan By Pass mengalami kenaikan yang cukup tinggi di beberapa lokasi pengambilan sampel, yaitu pada lokasi 4 dan 7, dimana lokasi ini merupakan persimpangan kawasan perumahan sehingga aktivitas lalu lintas semakin tinggi. Secara umum, nilai suseptibilitas di Jalan By Pass lebih tinggi dari pada ruas jalan lain untuk semua titik. Nilai yang cenderung lebih tinggi ini diduga Jalan By Pass dilewati lebih banyak kendaraan dibandingkan ruas jalan lain. Perbedaan nilai suseptibilitas pada tiap sampel diduga dipengaruhi oleh adanya perbedaan kandungan logam berat dan kondisi area disekitar tempat pengambilan sampel.



Gambar 6 Grafik nilai suseptibilitas magnetik untuk masing-masing ruas jalan

3.3 Hubungan Suseptibilitas dengan Logam Berat

Dari analisis hubungan suseptibilitas dengan konsentrasi logam berat, secara umum, nilai suseptibilitas cenderung bertambah seiring bertambahnya konsentrasi logam berat. Berdasarkan hubungan suseptibilitas dengan logam berat didapatkan koefisien korelasi sebesar 0,502 untuk Pb, 0,309 untuk Cu, 0,173 untuk Cd dan 0,164 untuk Zn. Hasil analisis ini memberi harapan bahwa suseptibilitas dapat digunakan sebagai indikator adanya logam berat pada tanah lapisan atas.

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa konsentrasi logam berat Pb, Cu dan Cd pada tanah lapisan atas dilokasi penelitian berada di atas kandungan alami logam berat dalam tanah dengan nilai secara berturut-turut adalah 15,6 ppm, 20,6 ppm dan 10,7 ppm. Sedangkan konsentrasi Zn masi berada di bawah nilai yang diperbolehkan yaitu 6,8 ppm.

Jalan By Pass yang memiliki aktivitas lalu lintas paling tinggi memiliki konsentrasi logam berat paling tinggi di antara jalan lainnya dengan kandungan rata-rata logam Pb sebesar 16,55 ppm, Zn sebesar 7,68 ppm, Cu sebesar 23,14 ppm dan Cd sebesar 11,59 ppm. Keberadaan logam berat ini diduga merupakan hasil emisi gas buang kendaraan bermotor dimana semakin padat lalu lintas, semakin tinggi pula tingkat emisi gas buang.

Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata suseptibilitas pada tanah lapisan atas di tiga ruas jalan menuju Teluk Bayur adalah $3415,52 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$. Jalan By Pass memiliki nilai rata-rata tertinggi yaitu $4365,6 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$, kemudian dilanjutkan dengan Jalan Bungus dengan rata-rata $2991,9 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ dan Jalan Sutan Syahrir dengan rata-rata $2890,1 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$.

Nilai konsentrasi logam berat dalam tanah lapisan atas memiliki korelasi yang kuat dengan nilai suseptibilitasnya yang ditunjukkan oleh nilai koefisien korelasi. Hubungan suseptibilitas dengan masing-masing logam berat memiliki nilai koefisien korelasi sebesar 0,502 untuk Pb, 0,309 untuk Cu, 0,173 untuk Cd dan 0,164 untuk Zn. Hal ini memberi harapan bahwa suseptibilitas magnetik dapat digunakan sebagai indikator peningkatan logam berat pada tanah lapisan atas.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, A., 2010, Kontaminasi Logam Berat Pada Makanan Dan Dampaknya Pada Kesehatan, Fakultas Teknik, Universitas Eka Sakti.
- Darmono, 1995, *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Hanafiah, K.A., 2005, *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*, Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Lu, S., Wang, H., Guo, J., 2010, Magnetic Response of Heavy Metals Pollution in Urban Soil: Magnetic Proxy Parameters as an Indicator of Heavy Metals Pollution. Brisbane, Australia.
- Siregar, E.B.M., 2005, *Pencemaran Udara, Respon Tanaman dan Pengaruhnya terhadap Manusia*. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Triyanto, Y., 2005, Pemetaan Nilai Suseptibilitas Magnetik Tanah Lapisan Atas di Kodya Surakarta menggunakan Barrington MS2 sebagai Indikator Pendekatan Sebaran Logam, Skripsi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Yuliatri, W., Mahrizal, Mufit, F., 2013, Penentuan Tingkat Polusi Udara Akibat Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Suseptibilitas Magnetik Di Kota Padang, Skripsi, Universitas Negeri Padang, Padang.
- Tugaswati, A. Tri., 2008, Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya Terhadap Kesehatan, www.depkes.go.id.