

PENDUGAAN PENCEMARAN AIR TANAH DI TEMPAT PEMBUANGAN SAMPAH LANDASAN ULIN TIMUR DENGAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI SCHLUMBERGER

Denok Dwi Priyanti¹, Sri Cahyo Wahyono¹, Simon Sadok Siregar¹

ABSTRACT. Along with the increment of human population, ground water pollution also tends to increase. It primarily due to the accumulation of waste which could harm the public health. Trash or waste is one of the important issues which could contaminate ground water, especially waste landfills. Ground water that has been contaminated with liquid waste (leachate) can affect the quality of ground water. This study aimed to determine the composition of rocks, layers and depth of ground water around waste landfills (TPS) and to determine whether ground water around the TPS is contaminated or not. Estimation of groundwater pollution could be determined by measurement using geoelectric method with schlumberger configuration. It showed the presence of leachate layer at depth of 0,51 – 8,51 m with measured resistivity of 3,89 – 9,63 Ohm.meter, while groundwater is at depth of 22,92 – 26,59 m with resistivity value of 88,98 – 128,75 Ohm.meter. AAS sample test has been conducted to determine whether the ground water around TPS is contaminated or not. The test results using AAS showed groundwater around TPS was contaminated with Lead (Pb), iron (Fe) and Cadmium (Cd). The evidence was the value of their concentrations in three water samples which exceeded the thresholds in accordance with the requirements of drinking water. Threshold for Pb, Fe and Cd are 0,01 ppm, 0,3 ppm and 0,003 ppm, respectively. From the measurement results of sample 1, 2 and 3 could be obtained the concentration of Pb are 0,084 ppm, 0,044 ppm and 0,091 ppm, the concentration of Fe are 0,812 ppm for 1,018 ppm and 0,203 ppm, while the concentration of Cd are 0,012 ppm, 0,017 ppm and 0,01 ppm.

Keywords: Ground water, waste, geoelectric, AAS

PENDAHULUAN

Sampah atau limbah merupakan salah satu masalah penting yang dapat mencemari air tanah terutama limbah asal tempat pembuangan akhir (TPA). Tempat pembuangan sampah (TPS) Landasan Ulin Timur merupakan salah satu sumber limbah di kawasan tersebut, dimana lokasinya dekat dengan pemukiman penduduk. Kawasan Landasan Ulin Timur merupakan wilayah penduduk dan

pemukiman yang cukup padat, sehingga penyebaran limbah TPS tersebut memerlukan perhatian bagi pemukiman-pemukiman yang diduga dekat dengan sumber limbah tersebut.

Sulitnya pengolahan sampah sesuai sistem *sanitary landfill* merupakan salah satu alasan timbul urugan liar. Urugan liar ini merupakan sumber bau, gas buang yang memungkinkan timbulnya peledakan, menambah pencemaran air melalui

¹Program Studi Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat
Email : denokdp_fisika@yahoo.com

rembesan air *leachate* ke air tanah atau ke air bawah tanah. Air *leachate* yang masuk ke dalam air tanah akan menimbulkan pencemaran. Hal ini berbahaya bagi pemukiman disekitarnya yang berjarak \pm 200 meter dari TPS. Bila hal ini dibiarkan akan timbul masalah yang lebih luas bagi penduduk sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui susunan lapisan batuan TPS Landasan Ulin Timur, mengetahui lapisan dan kedalaman air tanah di TPS Landasan Ulin Timur dan mengetahui tercemar atau tidaknya air tanah di sekitar TPS Landasan Ulin Timur. Untuk mengetahui susunan dan kedalaman serta lapisan bawah tanah dimenggunakan metode geolistrik konfigurasi schlumberger dan untuk menganalisa tercemar atau tidak tercemarnya air tanah menggunakan metode AAS.

Geologi Umum Kawasan Penelitian

Kondisi geologi Wilayah Kota Banjarbaru terdiri atas Formasi Dahor, didominasi batu pasir kuarsa lepas yang mengandung endapan emas sekunder dan intan, serta aluvium yang terdiri dari kerikil, pasir, lanau dan lempung. Batuan di Kota Banjarbaru terdiri Alluvium (Qha) 48,44 persen, Martapura (Qpm) 37,71 persen, Binuang (Tob) 3,64 persen, formasi

Kerawaian (Kak) 2,26 persen, formasi Pitap 3,47 persen. Batuan Alluvium (Qha) ini tersusun dari kerakal, kerikil, pasir, lanau, lempung dan lumpur sebagai endapan sungai rawa, pantai dan delta, formasi Kerawaian (Kak) merupakan perselingan batu pasir berwarna kelabu kehitaman sangat padat dengan batu lanau, dan batu lempung. Setempat sisipan batu gamping, konglomerat, tebal berkisar 2-50 cm. berasosiasi dengan rijang, formasi ini merupakan endapan *flysch* dan berstruktur turbidit, formasi pitap (Kps) merupakan perselingan batu pasir, greiwake, batu lempung dan konglomerat, diduga berumur kapur akhir (<http://www.banjarbarukota.go.id>)

Pengaruh Air Lindi Terhadap Kualitas Air Tanah

Keberadaan TPA sampah memiliki fungsi yang sangat penting, yaitu sebagai pengolahan akhir sampah baik yang akan didaur ulang sebagai kompos ataupun hanya ditimbun setelah disortir oleh pemulung. Jumlah sampah di TPA yang sangat besar menyebabkan proses dekomposisi alamiah berlangsung secara besar-besaran pula. Proses dekomposisi tersebut mengubah sampah menjadi pupuk organik dan menimbulkan hasil

samping yaitu air lindi (*leachate*). Penumpukan sampah dapat mengganggu estetika, sanitasi, kelestarian lingkungan. Penumpukan sampah dapat juga mengakibatkan pencemaran air, tanah, dan udara (Putra, 2012). Air lindi disebabkan oleh terjadinya presipitasi cairan ke TPA,

baik dari resapan air hujan maupun kandungan air pada sampah itu sendiri (Parlinggoam, 2011). Tabel 1 menunjukkan komposisi air lindi secara umum dan Tabel 2 menunjukkan persyaratan kualitas air minum menurut Menteri Kesehatan RI No.492/MENKES/PER/1V/2010.

Tabel 1. Komposisi air lindi TPA secara umum

Parameter	Kisaran
pH	6,2 – 7,4
COD	66 – 11.600 mg/l
BOD	< 2 – 8.000 mg/l
Sulfat	56 – 456 mg/l
Cadmium (Cd)	< 0,005 – 0,01 mg/l
Plumbum (Pb)	< 0,05 – 0,22 mg/l
Chromim (Cr)	< 0,05 – 0,14 mg/l

Parlinggoam, 2011

Tabel 2. Persyaratan Kualitas Air Minum (Peraturan Menti Kesehatan RI No.492/MENKES/PER/1V/2010, Tentang Kualitas Air Minum)

No.	Parameter	Satuan	Kadar maksimal yang diperbolehkan
1.	Cd (Kadmium)	ppm	0,003
2.	Fe (Besi)	ppm	0,3
3.	Pb (Timbal)	ppm	0,01
4.	SO ₄ (Sulfat)	ppm	250

Tanah merupakan bagian dari siklus logam berat. Pembuangan limbah ke tanah apabila melebihi kemampuan tanah dalam mencerna limbah akan mengakibatkan pencemaran tanah. Jenis limbah yang berpotensi merusak lingkungan hidup adalah limbah yang termasuk dalam Bahan Beracun Berbahaya (B3) yang di dalamnya terdapat logamlogam berat.

Kandungan logam berat di dalam tanah secara alamiah sangat rendah, kecuali tanah tersebut sudah tercemar (Widaningrum, 2007).

Logam berat masuk ke lingkungan tanah melalui penggunaan bahan kimia yang langsung mengenai tanah, penimbunan debu, hujan atau pengendapan, pengikisan tanah dan limbah buangan. Logam berat memiliki

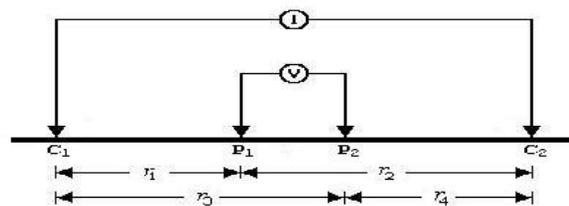
densitas yang lebih dari 5 gram/cm³ sehingga tidak dapat terurai melalui proses biodegrasi seperti pencemaran organik logam berat dapat terakumulasi dalam lingkungan terutama dalam sedimen sungai karena dapat terikat dengan senyawa organik dan anorganik melalui proses absorsi dan pembentukan senyawa kompleks (Hutagalung, 1991).

Metode Geolistrik

Metode geolistrik merupakan metode geofisika yang digunakan untuk mengidentifikasi sifat dan kondisi fisis bawah permukaan berdasar harga tahanan jenis batuan. Terdapat berbagai konfigurasi, salah satunya konfigurasi *Schlumberger*. Pengukuran dengan konfigurasi Schlumberger menggunakan empat elektroda,

masing-masing dua elektroda arus dan dua elektroda tegangan. Perubahan jarak antar elektroda (spasi elektroda) dapat menentukan berbagai variasi nilai tahanan jenis terhadap kedalaman. Hasil pengukuran di lapangan sesudah dihitung nilai tahanan jenisnya merupakan fungsi dari konfigurasi elektroda dan berkaitan dengan kedalaman penetrasinya (Arman, 2012).

Susunan elektroda konfigurasi *Schlumberger* dilustrasiikan oleh Gambar 1. Resistivitas semu yang terukur merupakan resistivitas gabungan dari beberapa lapisan tanah yang dianggap sebagai satu lapisan homogen. Harga resistivitas listrik suatu formasi di bawah permukaan dapat ditentukan menurut persamaan di bawah ini Telford, et al., (1990)



Gambar 1. Susunan elektroda konfigurasi *schlumberger*

Metode Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

Metode AAS berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom dari suatu unsur pada keadaan dasar akan dikenai radiasi maka atom tersebut

akan menyerap energi dan mengakibatkan elektron pada kulit terluar naik ke tingkat energi yang lebih tinggi atau tereksitasi. Atom-atom dari sampel akan menyerap sebagian sinar yang dipancarkan oleh sumber cahaya.

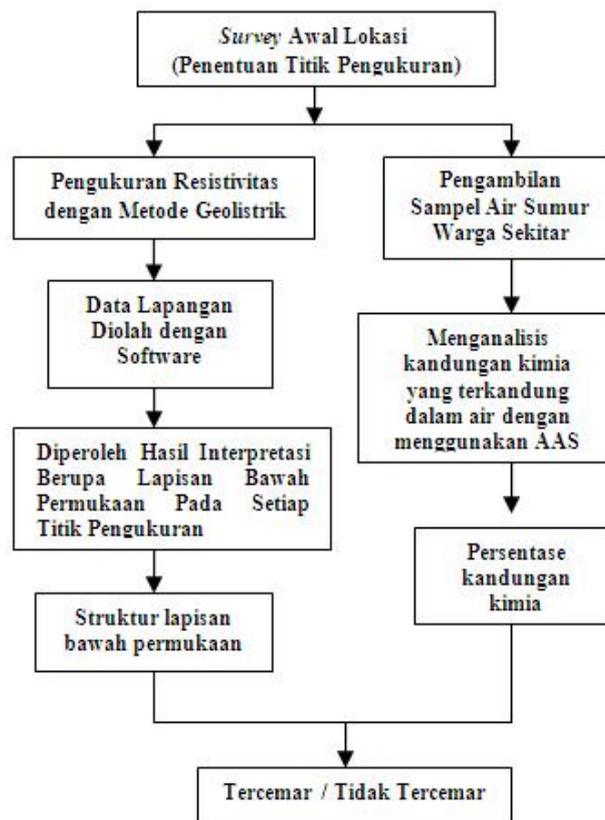
Penyerapan energi oleh atom terjadi pada panjang gelombang tertentu sesuai dengan energi yang dibutuhkan oleh atom tersebut. Misalkan natrium menyerap pada 589 nm, uranium pada 358,5 nm, sedangkan kalium pada 766,5 nm (Khopkar, 2003).

AAS digunakan untuk analisis kuantitatif unsur logam dalam wujud larutan. Cara analisis ini memberikan

kadar total unsur logam dalam sampel. Pelaksanaan analisis relatif sederhana dan analisis logam tertentu dapat dilakukan dalam campuran dengan unsur-unsur logam lain tanpa pemisahan (Hamami, 2003)

METODE PENELITIAN

Bagan alir penelitian disusun seperti Gambar 2.

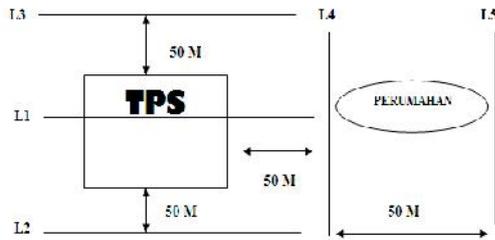


Gambar 2. Bagan Penelitian

Akuisisi data lapangan

Praktiknya di lapangan alat-alat dirangkai sesuai prosedur dan dilakukan pada satu lintasan yang membentang sejauh 100 meter ke kanan dan 100 meter ke kiri. Penelitian

ini melakukan pengukuran sebanyak lima kali dengan 5 lintasan yang jarak antara lintasan satu dengan lintasan lainnya berjarak 50 meter. Skema pengambilan data lapangan seperti Gambar 3.



Gambar 3. Skema pengambilan data lapangan

Pengolahan data

Setelah dilakukan akuisisi data di lapangan akan mendapatkan hasil data berupa nilai resistivitas lapangan dari tiap-tiap titik, kemudian data lapangan dikalikan faktor geometri, untuk mendapatkan harga resistivitas semu dengan menggunakan persamaan konfigurasi, kemudian diolah dengan perangkat lunak (software).

Interpretasi data lapangan

Interpretasi data dilakukan dengan mengkaji data hasil inversi *software progress*. Berupa kurva resistivitas yang kemudian akan diinversi kembali kedalam *software rockwork* dan hasilnya akan berupa susunan lapisan - lapisan bawah permukaan.

Karakterisasi sampel

Sampel diambil dari lapangan, diuji dengan AAS. Penggunaan AAS memerlukan banyak tahapan untuk dilalui sebelum pengukuran serapan

sampel dilakukan. Pertama adalah pengaturan posisi lampu katoda, karena posisi lampu yang tidak tepat akan memberikan hasil yang tidak optimal. Selain itu, juga dilakukan pengaturan nyala api dengan bahan bakar udara-asetilen sehingga tinggi nyala, besar nyala, dan posisi api sesuai. Kemudian, perlu dilakukan beberapa pengaturan, misalnya data zat yang dianalisis (dengan mengetik unsur yang dianalisis) dan panjang gelombang resonansinya.

Pengukuran Sampel Dengan AAS

Larutan standar dan larutan sampel diukur serapannya pada panjang gelombang 248,3 nm dengan AAS. Nyala (*flame*) dari campuran udara - asetilena (udara-C₂H₂) digunakan sesuai dengan unsur. Langkah-langkah pengukuran adalah sebagai berikut:

- a. Mengalirkan air ke dalam nyala dan penunjukan alat ukur dibuat nol.
- b. Mengalirkan larutan standar dari unsur yang dianalisis ke dalam nyala dengan urutan pertambahan konsentrasi.
- c. Mencatat nilai-nilai absorbansi dari setiap larutan standar.
- d. Mengalirkan larutan sampel ke dalam nyala, dan mencatat nilai

absorbansi dari unsur yang dianalisis.

- e. Hitung konsentrasi sampel yang ada dalam larutan dengan menggunakan regresi linier.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Interpretasi dengan Metode Geolistrik

Data hasil dengan metode geolistrik 1-D konfigurasi Schlumberger berupa nilai tahanan jenis batuan bawah permukaan yang didapat dari hasil pengukuran lapangan (Tabel 3, 4,

5, 6, dan 7). Nilai tahanan jenis tersebut kemudian diolah dengan *Software Progress*. Kemudian untuk mendapatkan lithology model 3D diperlukan *software Rockwork*.

Tahap selanjutnya, pengambilan sampel air sumur warga sekitar TPS sebagai data pendukung dengan menggunakan tiga sampel sumur warga yang berbeda yang kemudian diuji dengan menggunakan metode AAS untuk mengetahui tercemar atau tidaknya sumur warga di sekitar TPS tersebut.

Tabel 3. Lapisan-Lapisan Bawah Permukaan Tanah Pada GL1

No.	Kedalaman (m)	Resistivitas (m)	Deskripsi Batuan
1	0,00 – 0,51	131,56	Tanah lanauan
2	0,51 – 5,05	7,20	Lempung kedap air yang berasosiasi dengan lindi
3	5,05 – 11,95	61,96	Lempung pasiran
4	11,95 – 23,25	39,85	Lempung
5	23,25 – 35,00	102,27	Pasir, bersifat akuifer

Tabel 4. Lapisan-Lapisan Bawah Permukaan Tanah Pada GL2

No.	Kedalaman (m)	Resistivitas (m)	Deskripsi Batuan
1	0,00 – 1,66	110,43	Tanah Lanauan
2	0,51 – 6,83	3,86	Lempung kedap air yang berasosiasi dengan lindi
3	6,83 – 11,60	57,33	Lempung pasiran
4	11,60 – 23,72	27,11	Lempung
5	23,72 - 35,00	117,13	Pasir bersifat akuifer

Tabel 5. Lapisan-Lapisan Bawah Permukaan Tanah Pada GL3

No.	Kedalaman (m)	Resistivitas (m)	Deskripsi Batuan
1	0,00 – 3,36	724,46	Tanah Kering
2	3,36 – 8,51	4,70	Lempung kedap air yang berasosiasi dengan lindi
3	8,51 – 15,74	45,16	Lempung pasiran
4	15,74 – 22,92	20,41	Lempung
5	22,92 – 35,00	88,98	Pasir bersifat akuifer

Tabel 6. Lapisan-Lapisan Bawah Permukaan Tanah Pada GL4

No.	Kedalaman (m)	Resistivitas (m)	Deskripsi Batuan
1	0,00 – 1,97	896,47	Tanah Kering
2	1,97 – 6,62	9,63	Lempung kedap air yang berasosiasi dengan lindi
3	6,62 – 12,21	61,63	Lempung pasiran
4	12,21 – 25,14	41,23	Lempung
5	25,14 – 35,00	128,75	Pasir bersifat akuifer

Tabel 7. Lapisan-lapisan bawah permukaan tanah pada GL5

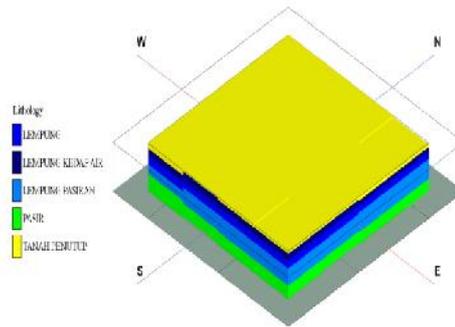
No.	Kedalaman (m)	Resistivitas (m)	Deskripsi Batuan
1	0,00 – 2,59	27,14	Tanah Lanauan
2	2,59 – 6,54	8,25	Lempung kedap air yang berasosiasi dengan lindi
3	6,54 – 11,89	66,71	Lempung pasiran bersifat akuifer
4	11,89 – 26,59	29,13	Lempung, bersifat akuifer
5	26,59 – 35,00	115,83	Pasir bersifat akuifer

Berdasarkan hasil interpretasi pendugaan geolistrik dengan bantuan komputer diperoleh resistivitas log pada masing-masing titik duga. Adapun jumlah lapisan dan kedalaman berdasarkan nilai tahanan jenis, perkiraan lithologi bawah tanah dapat

dilihat pada grafik Gambar 4, dihasilkan dengan inversi least-squares berdasarkan sifat kelistrikan bumi Loke, et al., (1996) tersebut dan didukung oleh tabel hubungan antara nilai resistivitas dengan jenis tanah/batuan (Hunt, 1984) (Tabel 8).

Tabel 8. Harga Resistivitas Tanah/Batuan (Roy, E, Hunt. 1984)

Jenis Tanah/Batuan	Harga Resistivitas (m)
Tanah Lempung, Basah Lembek	1,5-3,0
Tanah Lanauan Basah Lembek kedap Air	3-15
Tanah Lanauan, Pasiran	15-150
Batuan dasar berkekar terisi tanah lembab	150-300
Pasir kerikil	± 300
Batuan dasar terisi tanah kering	300-2400
Batuan dasar tak lapuk	> 2400



Gambar 4. Lithology model 3D Geolistrik TPS

Hasil Metode AAS

Tabel 9 menunjukkan hasil metode AAS. Hasil ini dapat mengetahui tercemar atau tidaknya sumur warga di sekitar TPS tersebut. Hasil AAS menunjukkan air tanah di sekitar TPS terkontaminasi dengan limbah sampah. Hal ini ditunjukkan oleh kandungan nilai rata – rata Pb yaitu 0,07 dengan persentase pencemaran 700 % dari ambang batas yaitu 0,01 ppm, rata – rata

nilai Fe yaitu 0,6 ppm dan memiliki persentase pencemaran 200 % dari nilai ambang batas Fe yaitu 0,3 ppm dan untuk nilai rata – rata Cd dari tiap masing-masing sampel yaitu 0,015 ppm dengan persentase pencemaran 500% dari ambang batas Cd yaitu 0,003 ppm sedangkan untuk SO₄ memiliki nilai rata – rata dari masing-masing sampel sebesar 6,87 ppm dengan persentase 2,7 % dari nilai ambang batas yaitu 250 ppm.

Tabel 7. Pengukuran absorsi Larutan Sampel

No	Kode Sampel	Parameter			
		SO ₄ (ppm)	Pb (ppm)	Fe (ppm)	Cd (ppm)
1.	1	3,504	0,084	0,812	0,017
2.	2	3,292	0,044	1,018	0,012
3.	3	13,86	0,091	0,203	0,018

Metode AAS (SNI Th. 2009)

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah:

1. Susunan lapisan batuan di TPS pada titik pengukuran GL1, GL2, GL3, GL4 dan GL5 pada umumnya

sama yaitu terdiri dari lima lapisan, lapisan pertama yaitu lempung Lanauan, lapisan kedua yaitu lapisan tanah yang tercemar dengan cairan limbah sampah (lindi) yang

berasosiasi dengan lempung kedap air, lapisan ketiga, keempat dan kelima tersusun oleh lapisan berupa lempung pasiran, lempung dan pasir yang bersifat akuifer.

2. Lapisan yang bersifat air tanah pada titik pengukuran GL1, GL2, GL3, GL4 dan GL5 pada umumnya sama yaitu terdapat pada lapisan kelima berupa lapisan pasir yang bersifat akuifer dengan kedalaman berkisar antara 22.92-26.59 meter dengan nilai resistivitas 88.98-128.75 m.
3. Berdasarkan hasil metode AAS menunjukkan air tanah di sekitar TPS terkontaminasi dengan limbah sampah.

DAFTAR PUSTAKA

- Administrasi Wilayah Kota Banjarbaru. (<http://www.banjarbarukota.go.id>) Diakses tanggal 04 September 2013.
- Arman, Y. 2012. *Identifikasi Struktur Bawah Tanah di Kelurahan Pangmilang Kec. Singkawang Selatan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas dan Inversi Lavenberg – Marquardt*. Jurnal Positron. **2**(1): 6-11.
- Hamami. 2003. *Teori Dasar Penggunaan, Perawatan dan Trouble Shooting AAS*. Penelitian Teknisi-Laboran MIPA Wilayah Indonesia Timur. Universitas Airlangga, Surabaya.
- Hunt, R. E., (1984), *Geotechnical Engineering Investigation Manual*, McGraw Hill. New York.
- Hutagalung, H.P, 1991. *Pencemaran Laut Oleh Logam Berat dan Petunjuk Praktek Logam Berat*. Jakarta: Erlangga.
- Khopkar, S.M. 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik Terjemahan A. Saptorahardjo*. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Loke, M. H. & Barker, R. D., (1996), *Rapid Least-Squares Inversion of Apparent Resistivity Pseudosection by A Quasi - Newton Method*, Geophysical Prospecting Press. Inc., Orlando-Florida.
- Parlinggoam, H.R. 2011. *Studi Sebaran Air Limbah Sampah Bagian utara TPA Bantar Gebang Dengan Metode Resistivity Wenner-Schlumberger*. Skripsi, Jurusan Fisika, FMIPA. UI, Depok.
- Putra, K.I. 2012. *Identifikasi Arah Rembesan Dan Letak Akumulasi Lindi Dengan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner – Schlumberger Di TPA Temesi Kabupaten Gianyar*. Tesis. Program Pasca Sarjana, Universitas Udayana, Denpasar.
- Telford, W.M., L.P. Geldart, & R.E. Sheriff. 1990. *Applied Geophysics*, Second Edition. Cambridge University Press, USA.
- Widaningrum, Miskiyah & Suismono, 2007. *Bahaya Kontaminasi Logam Berat Dalam Sayuran dan Alternatif Pencegahan Penvemaran*. Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian. **3**: 17-27.

