

# Analisis Pencemaran Air Tanah Akibat *Leachate* dengan Metode Geolistrik di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Regional Sarbagita

## Analysis of Leachate of Soil Water Pollution Using Geo-electrical Methods in Final Processing Place (TPA) Regional Sarbagita

Ni Kadek Sugestiani, I Ketut Sukarasa\*, I Ketut Putra

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali, Indonesia 80361

Email: [kadek.sugestiani@student.unud.ac.id](mailto:kadek.sugestiani@student.unud.ac.id); [\\*iketutsukarasa@unud.ac.id](mailto:*iketutsukarasa@unud.ac.id); [putra\\_jongrang@rocketmail.com](mailto:putra_jongrang@rocketmail.com)

**Abstrak** – Telah dilakukan penelitian mengenai pencemaran air tanah akibat *leachate* di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Regional Sarbagita dengan metode geolistrik konfigurasi Wenner. Pengukuran dilakukan pada 4 lintasan dengan menggunakan resistivity meter tipe Naniura NDR 300HF. Hasil pengukuran geolistrik pada lintasan 1 dan lintasan 2 menunjukkan bahwa adanya *leachate* dengan nilai resistivitas 2,67-5,74  $\Omega m$  dan 3,15-9,19  $\Omega m$ , pada lintasan 3 sebaran *leachate* lebih kecil dibandingkan dengan lintasan 1 dan 2, dimana *leachate* hanya ada pada titik-titik tertentu saja dengan nilai resistivitas berkisar 6,57-9,66  $\Omega m$ . Pada lintasan 4 resistivitasnya lebih besar dari 10  $\Omega m$ , yang berarti tidak terjadi pencemaran. Hasil analisis sampel air sumur yang terletak tepat pada lintasan 2 menunjukkan adanya kandungan BOD (biochemical oxygen demand), COD (chemical oxygen demand) Sianida (CN), Timbal (Pb), *E. coli* dan coliform yang sudah melampaui batas standar baku mutu.

**Kata kunci:** Geolistrik, konfigurasi Wenner, resistivitas, *leachate*, TPA Regional Sarbagita

**Abstract** – A research about analysis of *leachate* of soil water pollution using geo-electrical methods in final processing place (TPA) regional sarbagita has been conducted. The measurements were made on 4 tracks by using a Naniura NDR 300HF resistivity meter. The results show on track 1 and track 2 indicate there is a *leachate* with a resistivity value ranging from 2.67 to 5.74  $\Omega m$  and 3.15 to 9.19  $\Omega m$  respectively, on track 3 indicate that the distribution of *leachate* has decreased compared to paths 1 and 2, on the 3 *leachate* path there are only certain points with resistivity values ranging from 6.57 to 9.66  $\Omega m$ . Measurement results on track 4 the resistivity is greater than 10  $\Omega m$ , this indicates that on track 4 there is no *leachate* pollution. The results of the analysis of well water samples which are located right on tracks indicating the content of BOD (biochemical oxygen demand), COD (chemical oxygen demand), Cyanide (CN), Lead (Pb), *E. coli* and coliform which exceeded the quality standard limits.

**Key words:** Geo-electrical, Wenner configuration, resistivity, *leachate*, TPA of Regional Sarbagita

### 1. Pendahuluan

Tempat Pemrosesan Akhir Regional Sarbagita merupakan salah satu TPA terbesar di Bali, terletak di Desa Suwung, Kecamatan Denpasar Selatan, Kodya Denpasar. Volume timbunan sampah perhari bisa mencapai 4.200 m<sup>3</sup>, hal tersebut karena TPA Regional Sarbagita menampung sampah yang berasal dari 4 kabupaten/kodya, yaitu kodya Denpasar, kabupaten Badung, kabupaten Gianyar dan kabupaten Tabanan [1]. Volume timbunan sampah yang besar tersebut dapat menghasilkan *leachate* yang berbahaya terhadap lingkungan.

*Leachate* yang meresap ke dalam tanah dapat menyebabkan pencemaran, salah satunya pencemaran air tanah dangkal. Air tanah dangkal berupa sumur gali maupun sumur bor dangkal yang mana merupakan sumber air untuk memenuhi kebutuhan primer masyarakat. Apabila air sumur sudah tercemar *leachate*, maka akan terjadi penurunan kualitas air sumur sehingga tidak bisa dimanfaatkan untuk keperluan rumah tangga [2]. Oleh karenanya perlu dilakukan penelitian sejauh mana telah terjadi pencemaran *leachate* untuk mengetahui pencemaran air tanah akibat *leachate* dan mengetahui unsur-unsur yang terkandung dalam air tanah di sekitar TPA Regional Sarbagita.

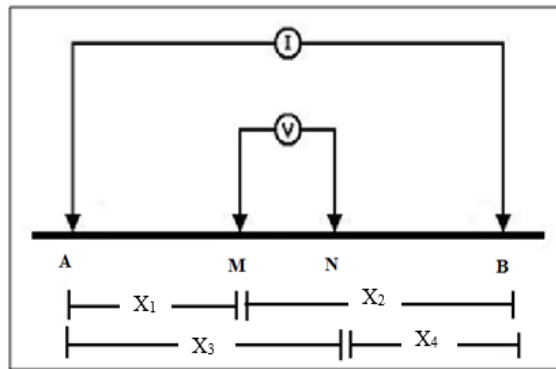
Pada penelitian ini telah dilakukan penelitian tentang keberadaan *leachate* dengan metode geolistrik berdasarkan pengukuran resistivitas Hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, salah satunya tentang

penentuan arah rembesan polutan sampah dan letak akumulasi polutan sampah di TPA Timensi Gianyar menunjukkan bahwa besar nilai resistivitas polutan sampah antara 1,84 - 9,87  $\Omega\text{m}$  [3]. Selain itu penelitian tentang analisa pencemaran air tanah studi kasus tempat pembuangan akhir sampah muara fajar kecamatan rumbai berdasarkan metode geolistrik juga menunjukkan bahwa nilai resistivitas *leachate* dominan di bawah 10  $\Omega\text{m}$  [4].

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Geolistrik

Geolistrik merupakan ilmu geofisika yang mempelajari sifat-sifat listrik material di bawah permukaan bumi. Metode geolistrik ini dilakukan dengan cara pengukuran beda potensial listrik yang mengalir akibat penginjeksian arus listrik ke bawah permukaan bumi [5]. Pengukuran dilakukan dengan cara memasang dua elektroda arus listrik dan juga dua elektroda potensial listrik sesuai aturan letak elektroda berdasarkan konfigurasi Wenner dan dialiri arus listrik searah (*direct current*), sehingga dihasilkan nilai beda potensial listrik dan arus listrik [6]. Adapun susunan pemasangan letak elektroda arus dan elektroda potensial pada permukaan bumi ditunjukkan pada Gambar 1. Pada saat pengukuran geolistrik, bumi dianggap homogen isotropis dimana material penyusun bumi dianggap sama [7]. Perumusan teoritis geolistrik didasarkan pada perhitungan nilai potensial listrik dan arus listrik yang diinjeksikan ke bawah permukaan bumi [8].



**Gambar 1.** Susunan pemasangan letak elektroda arus dan elektroda potensial pada permukaan bumi.

Jarak pemasangan letak elektroda arus listrik dan elektroda potensial listrik pada permukaan bumi berbeda-beda, sehingga selisih beda potensial listrik antara titik N dan M dapat ditentukan menggunakan persamaan 1 [9].

$$V = \frac{\rho I}{2\pi} \left[ \left( \frac{1}{X_1} - \frac{1}{X_2} \right) - \left( \frac{1}{X_3} - \frac{1}{X_4} \right) \right] \quad (1)$$

Berdasarkan persamaan 1, maka dapat dihitung nilai resistivitas ( $\rho$ ) material bawah permukaan bumi menggunakan persamaan 2 [9].

$$\rho = 2\pi \left[ \left( \frac{1}{X_1} - \frac{1}{X_2} \right) - \left( \frac{1}{X_3} - \frac{1}{X_4} \right) \right]^{-1} \frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

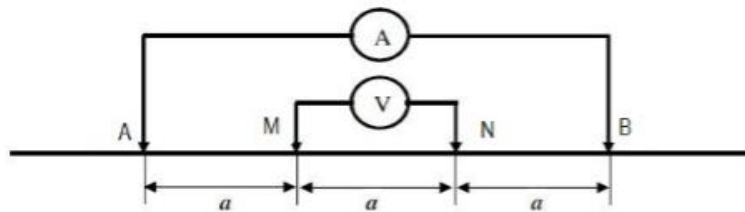
atau

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (3)$$

dengan  $\rho$  adalah resistivitas ( $\Omega\text{m}$ ), K adalah faktor geometri (m), V adalah potensial listrik (V) dan I adalah arus listrik (A).

### 2.2 Konfigurasi Wenner

Susunan letak elektroda jenis Wenner merupakan jenis konfigurasi elektroda yang jarak antar elektroda potensial listrik dan elektroda arus listrik sama yaitu  $AM = MN = BN = a$ , adapun letak susunan elektroda jenis konfigurasi Wenner ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Susunan letak elektroda jenis Wenner.

Berdasarkan persamaan 3 maka nilai faktor geometri untuk konfigurasi Wenner dapat ditentukan menggunakan persamaan 4 [9].

$$K = 2 \pi a \tag{4}$$

dengan  $a$  adalah jarak elektroda (m).

### 3. Metode Penelitian

Pengukuran geolistrik dilakukan dengan menggunakan *resistivity meter tipe Naniura NDR 300HF* dengan konfigurasi Wenner. Dalam penelitian ini elektroda yang digunakan yaitu 24 elektroda (12 elektroda arus listrik dan 12 elektroda potensial listrik). Pengukuran dilakukan pada 4 lintasan, dengan panjang lintasan 69 meter untuk lintasan 1 dan lintasan 4 dengan jarak spasi elektroda 3 meter dan panjang lintasan 92 meter untuk lintasan 2 dan lintasan 3 dengan jarak spasi elektroda 4 meter. Adapun desain lintasan pengukuran geolistrik ditunjukkan pada Gambar 3. Besaran yang diukur yaitu arus listrik, potensial listrik, jarak elektroda dan panjang lintasan. Besaran yang dihitung yaitu nilai faktor geometri jenis konfigurasi Wenner menggunakan persamaan 4 dan juga nilai resistivitas semu menggunakan persamaan 3. Nilai resistivitas semu yang diperoleh berdasarkan perhitungan data pengukuran kemudian diolah dan diinversikan menggunakan *software Res2dinv* sehingga diperoleh penampang citra bawah permukaan bumi.

Dalam penelitian ini juga dilakukan pengujian kandungan unsur berbahaya yang diperoleh dari uji air sumur yang terletak di sekitar TPA Regional Sarbagita. Pengujian dilakukan di Laboratorium Analitik Universitas Udayana.

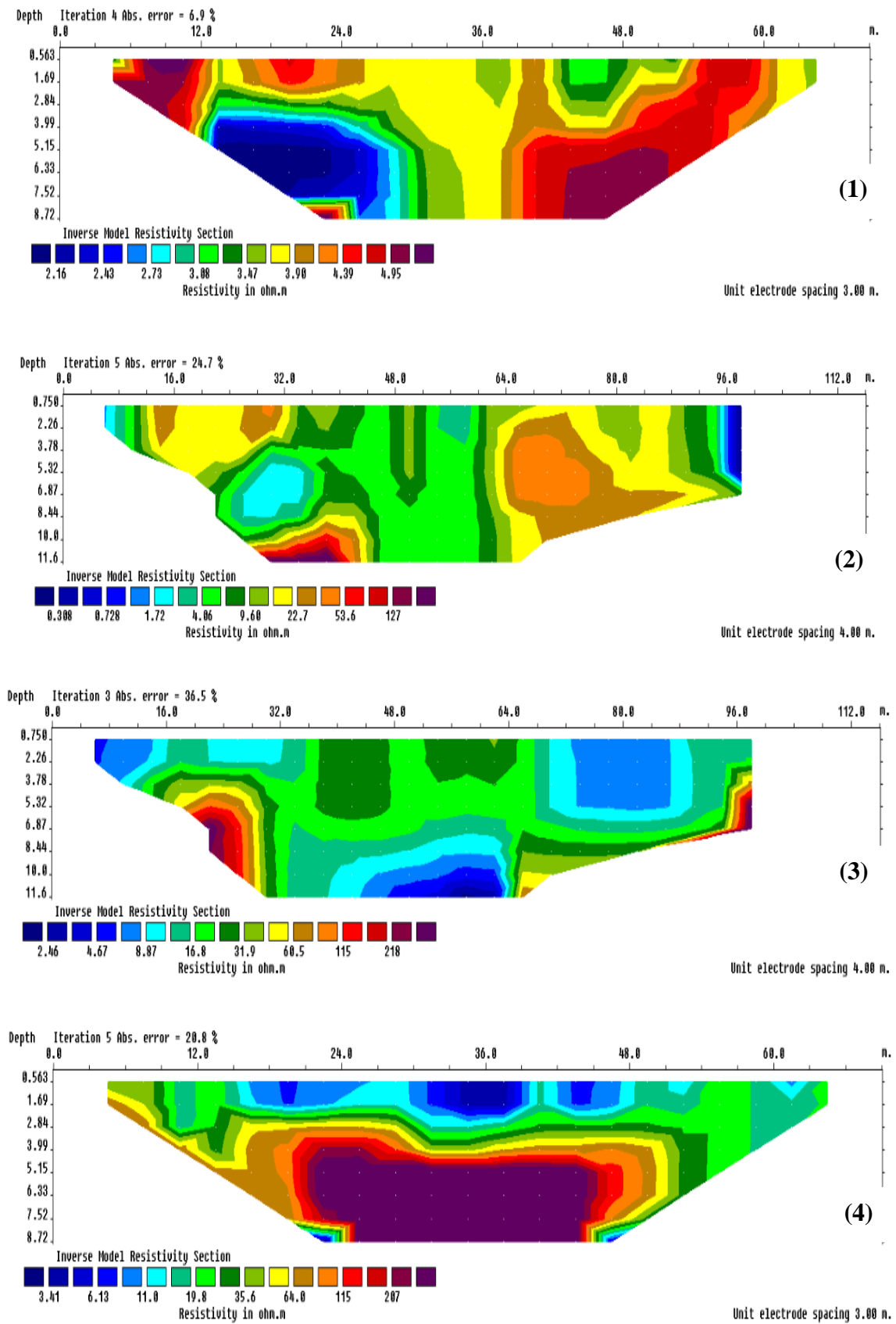


**Gambar 3.** Lintasan pengukuran geolistrik (garis merah merupakan lintasan pengukuran) di TPA Regional Sarbagita.

## 4. Hasil Dan Pembahasan

### 4.1 Pengukuran Geolistrik

Berdasarkan analisis *software Res2dinv*, diperoleh penampang citra bawah permukaan bumi pada 4 lintasan pengukuran di sekitar TPA Regional Sarbagita seperti Gambar 4.



**Gambar 4.** Penampang citra hasil inversi menggunakan *software Res2dinv* disekitar TPA Regional Sarbagita, (1) hasil inversi pengukuran lintasan 1, (2) hasil inversi pengukuran lintasan 2, (3) hasil inversi pengukuran lintasan 3 dan (4) hasil inversi pengukuran lintasan 4.

Hasil pengukuran geolistrik pada lintasan 1 menunjukkan bahwa adanya *leachate* dengan *range* nilai resistivitas 2,67 - 5,74  $\Omega$ m dengan kedalaman 8,72 meter Hasil pengukuran geolistrik pada lintasan 2 juga menunjukkan bahwa adanya *leachate* dengan *range* nilai resistivitas 3,15 - 9,19  $\Omega$ m dengan kedalaman 11,6 meter. Hasil pengukuran geolistrik pada lintasan 3 menunjukkan bahwa sebaran *leachate* lebih kecil dibandingkan dengan lintasan 1 dan 2, pada lintasan 3 *leachate* tersebar tidak merata yaitu dari titik 8-16 hanya dengan kedalaman 3,78 meter, titik 48 - 64 dengan kedalaman 10,0 - 11,6 meter dan titik 80 - 92 dengan kedalaman 5,32 meter yang dinyatakan oleh citra warna biru tua dengan *range* nilai resistivitas 6,57 - 9,66  $\Omega$ m hal ini disebabkan karena faktor jarak lokasi pengukuran dengan TPA, sebaran sampah dan juga permukiman Hasil pengukuran pada lintasan 4 menunjukkan bahwa tidak adanya pencemaran *leachate* karena berdasarkan hasil pengukuran nilai resistivitas >10  $\Omega$ m, hal ini disebabkan karena faktor jarak lokasi pengukuran dengan TPA, sebaran sampah dan juga permukiman, jarak tumpukan sampah TPA dengan lintasan 1,5 kilometer ini merupakan jarak yang sangat jauh hal tersebut menjadi faktor terhambatnya penyebaran *leachate*.

#### 4.2 Analisa Sampel Air Sumur

Setelah melakukan pengukuran geolistrik untuk mengetahui resistivitas bawah permukaan dengan peralatan *resistivity meter tipe Naniura NDR 300HF*, kemudian dilakukan analisis sampel air sumur penduduk di sekitar TPA Regional Sarbagita untuk mengetahui unsur apa saja yang sudah mencemari air sumur penduduk disekitar TPA tersebut. Hasil uji sampel air sumur ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil analisis sampel air sumur pada Tabel 1 terindikasi bahwa air tanah disekitar TPA Regional Sarbagita sudah tercemar polutan dari sampah (*leachate*).

**Tabel 1.** Hasil pengujian sampel air sumur.

No	Parameter	Metode	Satuan	Hasil	Standar Baku Mutu
1	pH	pH Meter	-	7,16	6 - 7,5
2	DO	Titrimetri	mg/L	3,779	10
3	BOD	Titrimetri	mg/L	11,337	6 - 9
4	COD	Titrimetri	mg/L	23,240	2
5	Mangan (Mn)	Emision Spektrofotometri	mg/L	ttd	0,5
6	Sianida (CN)	Titrimetri	mg/L	0,024	0,1
7	Kadmium (Cd)	Emision Spektrofotometri	mg/L	ttd	0,005
8	Timbal (Pb)	Emision Spektrofotometri	mg/L	1,6997	0,05
9	<i>E. Coli</i>	MPN Methods	MPN/100mL	9	0
10	<i>Coliform</i>	MPN Methods	MPN/100mL	1100	50

Hasil pengukuran pH sampel air tersebut yaitu 7,16 masih sesuai dengan standar baku mutu untuk air hygiene sanitasi yaitu dengan pH 6,0 - 7,5 meskipun daerah TPA Regional Sarbagita dekat dengan laut dengan hasil pH sebesar 7,16 berarti tidak ada intrusi air laut di daerah tersebut. Hasil pengukuran DO, BOD dan COD menggunakan metode titrimetri menunjukkan adanya konsentrasi DO sebesar 3,779 mg/L, BOD sebesar 11,337 mg/L dan COD sebesar 23,240 mg/L. Hasil analisa Mangan (Mn) dan Kadmium (Cd) pada sampel tersebut tidak terdeteksi, hal tersebut mungkin karena kandungan Mangan (Mn) dan Kadmium (Cd) terlalu sedikit sehingga tidak bisa dideteksi oleh alat ukur. Sedangkan hasil pengukuran parameter Sianida (CN) dan Timbal (Pb) pada sampel yaitu 0,024 mg/L dan 1,6997 mg/L. Hasil pengukuran *E. coli* dan *coliform* pada sampel sangat tinggi yaitu 9 *E. coli*/100ml dan 1100 *coliform*/100ml. Tingginya jumlah *E. coli* dan *coliform* dalam air tanah disebabkan oleh banyaknya jumlah bahan organik dan jumlah mikroorganisme baik patogen maupun tidak patogen. Apabila bahan organik yang didegradasi cukup banyak maka akan membutuhkan mikroorganisme yang banyak [9].

#### 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran geolistrik, nilai resistivitas pada titik 8°719'824"LS dan 115°220'321" BT (letak sumur) adalah sebesar 4,78  $\Omega$ m, ini mengindikasikan bahwa sumur diduga sudah tercemar *leachate*. Material

yang mencemari air sumur penduduk di sekitar TPA Regional Sarbagita adalah unsur Timbal (Pb), gugus Sianida (CN), serta terindikasi tercemar *E. coli* dan *coliform*.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang terlibat dalam penyelesaian jurnal ini.

### Pustaka

- [1] Ariawan, Pengaruh Sistem Pengolahan Sampah Di TPA Suwung Terhadap Lingkungan Sekitar, *Skripsi*, Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana, Bali, 2010.
- [2] T.H. Gerald, As'ari, Friska, Identifikasi Rembesan Limbah Cair dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner-Schlumberger Studi Kasus TPA Sumompo Manado, *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-journal)*, Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Sam Ratulangi, Vol. 4, Oktober 2015, pp. 92-97.
- [3] Y.U. Kaleka, Penentuan Arah Rembesan dan Letak Titik Akumulasi Polutan Sampah dengan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Temesi Gianyar, *Skripsi*, Jurusan Fisika Universitas Udayana, Bali, 2012.
- [4] M. Juandi, Analisa Pencemaran Air Tanah Berdasarkan Metode Geolistrik Studi Kasus Tempat Pembuangan Akhir Sampah Muara Fajar Kecamatan Rumbai, *Skripsi*, Jurusan Fisika FMIPA Universitas Riau, 2009.
- [5] Nurhidayah, Aplikasi Metode Geolistrik Untuk Mengetahui Pencemaran Limbah Pabrik di Sekitar Sungai di Daerah Genuk, *Skripsi*, Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, 2013.
- [6] Telford WM, Geldart LP, Sheriff RE, In *Applied Geophysics 2<sup>nd</sup> ed.* Cambridge: University Press, 1990, pp. 522-577.
- [7] A.R. Anindya, Hidrostratigraf Akuifer dan Estimasi Potensi Airtanah Bebas Guna Mendukung Kebutuhan Air Domestik Desa Sembungan, *Majalah Geografi Indonesia*, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Vol. 32 No. 1, 2018, pp 108-114.
- [8] Irhamni, S. Pandia, E. Purba, W. Hasan, Kandungan Logam Berat pada Air Lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Kota Banda Aceh, *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (SNP) Unsyiah*, Banda Aceh, Vol. 13, April 2017, pp. 19-22.
- [9] Arbain, NK Mardana, IB Sudana, Pengaruh Air Lindi Tempat Pembuangan Sampah Suwung Terhadap Kualitas Air Tanah Dangkal di Sekitarnya di Kelurahan Pedungan Kota Denpasar, *Ecotrophic*, Vol. 3 No. 2, 2015, pp. 55-60.