

## Penentuan Arah Pergerakan Lindi Dengan Metode Geolistrik Pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Daerah Maiwa, Kecamatan Maiwa, Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan

**M. Fauzi Arifin<sup>1</sup>, Haerani Sirajudin<sup>1</sup>, Hasbi Bakri<sup>2\*</sup>**

1. Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin, Indonesia

2. Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Muslim Indonesia, Indonesia

\*Email: [hasbi.bakri@umi.ac.id](mailto:hasbi.bakri@umi.ac.id)

### SARI

Dalam pengelolaan sampah padat perkotaan salah satu parameter utama adalah masalah limbah cair (lindi). Limbah cair ini dapat berakibat penurunan daya dukung lingkungan oleh karena masuknya limbah cair ini ke dalam air bawah tanah dan air permukaan. Komposisi limbah cair bervariasi tergantung jenis sumber terentuknya limbah. Secara umum limbah cair ini mengandung bakteri terlarut an tidak terlarut. Lokasi penelitian tersusun oleh batuan sedimen klastik berupa batupasir dan konglomerat, \ yang termasuk dalam Formasi batuan Tersier Miosen Pliosen Sand (Tmps) dan Tersier Miosen Conglomerat (Tmc). Hasil studi terdahulu diketahui daerah lokasi TPA Sampah terletak diatas batuan yang berbutir kasar hingga halus, yang sangat memungkinkan aliran lindi yang terdapat dalam lokasi TPA Sampah akan mempengaruhi kualitas sistem air yang ada di sekitar lokasi TPA sampah. Dari hasil penelitian ini dapat diketahui arah aliran lindi dengan metode geolistrik serta dampaknya terhadap air tanah di sekitar TPA sampah.

**Kata kunci:** Sampah; air tanah; lindi; batuan; lingkungan.

### ABSTRACT

*In urban solid waste management, one of the main parameters is the problem of liquid waste (leachate). This liquid waste can result in a decrease in the carrying capacity of the environment due to the entry of this liquid waste into underground water and surface water. The composition of liquid waste varies depending on the type of source of waste formation. In general, this liquid waste contains dissolved and undissolved bacteria. The study site is composed of clastic sedimentary rocks in the form of sandstones and conglomerates, \ which are included in the Miocene Pliocene Sand (Tmps) tertiary rock formations and the Miocene Conglomerate Tertiary (Tmc). The results of previous studies found that the area where the Waste Landfill is located on coarse to fine-grained rocks, which is very likely that the flow of leachate contained in the Waste landfill location will affect the quality of the water system around the waste landfill location.*

**How to Cite:** Arifin, M.F., Sirajudin, H., Bakri, H., 2022. Penentuan Arah Pergerakan Lindi Dengan Metode Geolistrik Pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Daerah Maiwa, Kecamatan Maiwa, Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan. Jurnal Geomine, 10 (3): 220-234.

---

#### Published By:

Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Muslim Indonesia

#### Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05  
Makassar, Sulawesi Selatan

#### Email:

[geomine@umi.ac.id](mailto:geomine@umi.ac.id)

#### Article History:

Submit 30 May 2022

Received in from 02 June 2022

Accepted 19 October 2022

#### Licensed By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



*From the results of this study, it can be known the direction of leachate flow by the geoelectric method and its impact on groundwater around the landfill.*

*Keywords : Garbage; groundwater; leachate; rocks; environment.*

## PENDAHULUAN

Dampak yang ditimbulkan oleh perkembangan penduduk perkotaan dalam wilayah suatu pemukiman, akan berhubungan dengan daya dukung lingkungan. Pengelolaan sampah merupakan salah satu aspek penting guna meningkatkan daya dukung lingkungan. Di beberapa kota besar pengelolaan sampah belum memenuhi kriteria sebagai tempat pembuangan sampah. Beberapa lokasi pengelolaan sampah tidak lagi digunakan sebab letaknya yang dekat dengan lokasi pemukiman, dan berdampak pada pencemaran lingkungan (udara).

Kualitas air tanah disekitar tempat pengelolaan sampah telah terkena dampak berupa penurunan kualitas air tanah, dan bahkan berada pada suatu daerah rawan banjir (Damanhuri, 1990).

Dalam pengelolaan sampah salah satu aspek penting adalah limbah cair yang terdapat dalam sampah dan ikut masuk dalam aliran air tanah. Komposisi dari limbah cair bervariasi tergantung jenis dan variasi sampah, yang umumnya mengandung bakteri terlarut dan tidak larut (Fariz, 2009).

Dampak yang timbul dengan adanya pengelolaan sampah Maiwa terutama terhadap kualitas air tanah. Hal ini diakibatkan merembesnya limbah cair masuk kedalam air tanah dangkal, sehingga mempengaruhi kualitas air tanah dangkal yg dimanfaatkan masyarakat sebagai air bersih.

Dari pembahasan diatas maka masalah pengelolaan sampah merupakan masalah yang harus ditangani secara serius. Tujuan penelitian ini untuk menentukan arah pergerakan lindi dengan metode geolistrik, menganalisis sebaran air tanah yang di sekitar pengelolaan sampah Maiwa, menganalisis arah sebaran limbah cair di pengelolaan sampah Maiwa, dan menganalisis arah pergerakan limbah cair serta pengaruhnya pada sistem air tanah di pengelolaan sampah Maiwa.

## METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian “Penentuan Arah Sebaran Lindi Pada TPA Sampah Berdasarkan Analisis Geolistrik” yakni melakukan pengamatan di lapangan berupa mengamati faktor pengontrol dan faktor pemicu. Faktor pengontrol berupa geologi, struktur, topografi. Lokasi pengambilan data geolistrik di lapangan sebanyak 4 titik dengan menggunakan resistivimeter untuk mengetahui posisi air tanah dangkal dan litologi penyusun daerah penelitian. Hasil pengamatan dan pengambilan data kelistrikan batuan dari titik pengambilan data yang diperoleh di lapangan dikumpulkan sebagai data primer untuk diolah dalam bentuk laporan hasil.

### 1. Metodologi Pengambilan Data,

Metodologi pengumpulan data tersebut adalah sebagai berikut : pengumpulan data permukaan dan pengumpulan data geolistrik.

- a. Metodologi Pengambilan Data Permukaan, meliputi data geologi seperti deskripsi morfologi, struktur, dan litologi penyusun daerah penelitian. Pengamatan geomorfologi difokuskan pada bentuk topografi dan mengukur luas daerah penelitian.

- b. Metodologi Pengambilan Data Geolistrik, pada 4 lintasan pengukuran dengan bentangan masing-masing sepanjang 150 meter. Jarak tiap elektroda 10 meter untuk mengetahui secara detail susunan material pada daerah penelitian yang ada di bawah permukaan dengan melihat nilai resistivitas yang dihasilkan alat resistivimeter. Alat resistivimeter yang digunakan adalah multichannel menggunakan software GeoRes v3.1 b14 (Geo Restivity) kemudian dianalisis menggunakan software Res2dinv. Contoh pengambilan data resistivitas dengan menggunakan software Geores v3.1 b14 (Geo Restivity) yang disambungkan dengan alat resistivimeter multichannel pada daerah penelitian dapat dilihat pada gambar 3.2.
2. Analisis Data, tahap analisis data ini dilakukan setelah pengambilan data permukaan dan geolistrik, yang meliputi analisa data permukaan dan analisa data geolistrik.
3. Analisis Data Permukaan, analisa data permukaan yang terlihat di lapangan dilakukan untuk mengetahui arah kemiringan batuan pada daerah penelitian. Pada tahap analisa lapangan ini yang diperhatikan adalah kedudukan btuan dan bentuk topografi.
  - a. Analisis Kimia Data Air Tanah, data yang diambil dari air lindi yang berada di kawasan TPA Maiwa, diperoleh kandungan senyawa yang dominan dalam air lindi adalah nitrat ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), sulfat ( $\text{SO}_4$ )BOD, dan COD. Data kualitatif secara deskriptif akan memberikan gambaran holistik keadaan lokasi pengelolaan sampah.
  - b. Analisis Data Geolistrik, perolehan data selanjutnya diolah sesuai dengan jenis data yang ada. Ada beberapa metodologi yang bisa digunakan untuk melakukan interpolasi seperti Trend, Spline, Inverse Distance Weighted (IDW) dan Kriging. Setiap metode ini akan memberikan hasil interpolasi yang berbeda. Postingan kali ini memfokuskan pencarian nilai titik observasi dari hasil luaran model menggunakan metode IDW dan hasilnya dipetakan lagi menggunakan SIG. Metode Inverse Distance Weighted (IDW) merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya. Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Bobot (weight) akan berubah secara linear sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel, (Pramono, 2008).

## HASIL PENELITIAN

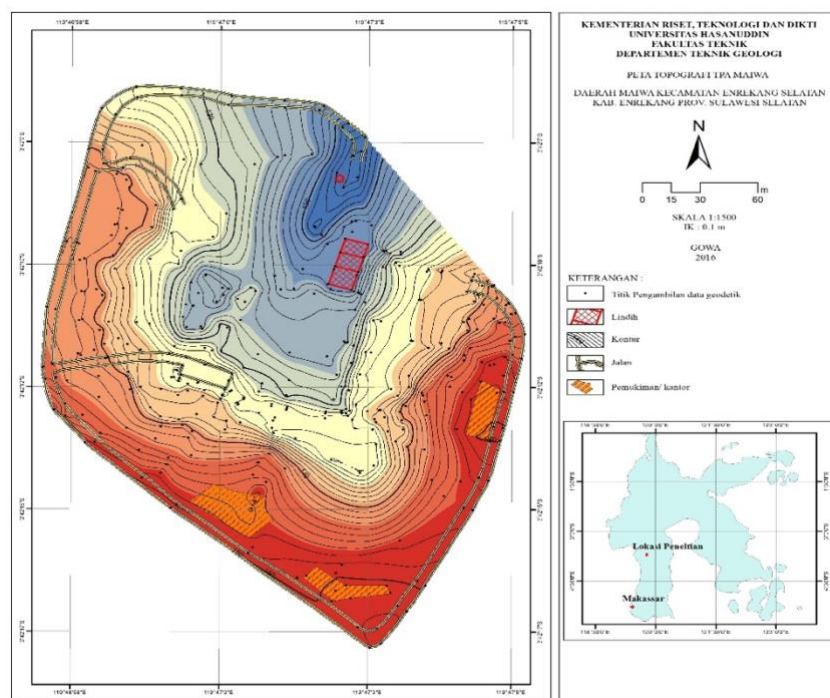
### 1. Rona Geologi Daerah Penelitian

Daerah Pengelolaan sampah Maiwa terletak pada perbukitan utara yang diapit oleh dua lembah berarah utara-selatan ketinggian, berada 300 - 400 mdpl, kemiringan lereng 30% - 45% arah Timur. Di kedua lembah tersebut terdapat aliran sungai yang mengalir sepanjang tahun yaitu di sebelah utara TPA.



Gambar 1. Topografi TPA Matang Maiwa, menunjukkan topografi bergelombang.

Topografi daerah penelitian kemiringan lereng mulai dari 300 – 400, dengan persentase sudut lereng sekitar 30% hingga 45%. Sehingga berdasarkan klasifikasi van Zuidam (1985), daerah ini termasuk satuan bentangalam bergelombang sedang sampai bergelombang kuat. Kemiringan topografi daerah TPA sampah berarah selatan ke utara (Gambar 1).



Gambar 2. Peta Geomorfologi lokasi TPA Sampah Matang, Maiwa Enrekang.

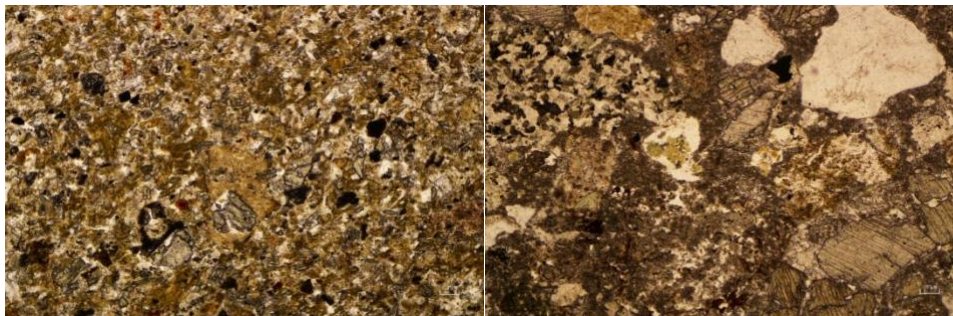
Sedangkan berdasarkan morfografi pengamatan secara langsung di lapangan berupa topografi perbukitan. Reliefnya berupa bentangalam bergelombang kuat, (Peta Geomorfologi), (Gambar 2).



Gambar 3. Profil tufa halus dan tufa kasar sebagai batuan penyusun daerah TPA Matang, Maiwa Enrekang.

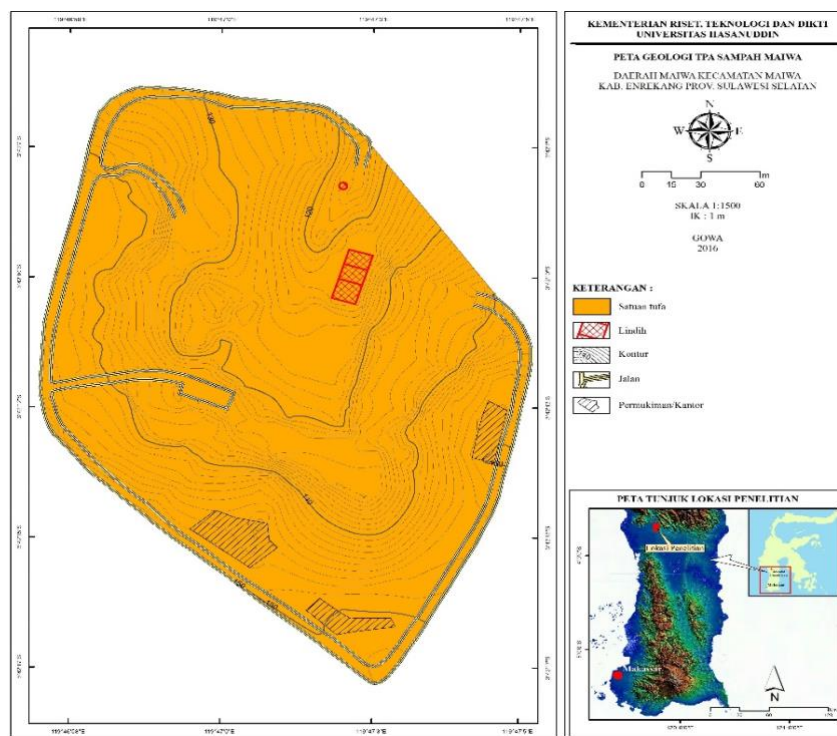
Daerah penelitian tersusun tufa halus, ukuran butir fine, kemas terbuka, sortasi buruk, struktur berlapis (N43oE/23o), komposisi mineral biotit, (Gambar 3).

Analisis petrografis tufa kasar pada sayatan tipis (Gambar 4). Komposisi mineral terdiri dari plagioklas jenis andesin (0 – 6%), piroksin jenis augite 0 – 12%, mineral opak (0 – 5%) dan gelas vulkanik (0 - 80%). Berdasarkan klasifikasi batuan piroklastik, nama batuanannya adalah “Vitric Tuff”, Pettijohn (1975). Batuan tufa kasar umumnya memiliki hubungan antar butir yang begitu baik, sehingga porositas serta permabilitasnya begitu bagus sangat mudah untuk mengalirkan air (Benfetta, 2009).



Gambar 4. Profil mikroskopis tufa kasar dan tufa halus yang tersusun oleh gelas vulkanik, mineral opak dan mineral penyusun lainnya.

Struktur geologi di daerah penelitian adalah sesar geser. Kekar dijumpai pada satuan batuan tufa yang ada. Arah kekar dominan mengarah barat laut – timur laut serta tenggara – barat daya. Sesar normal yang dijumpai berdasarkan beberapa ciri-ciri berikut ini, yakni : Adanya beda tinggi yang menonjol dengan lembah di bawahnya, adanya sesar minor pada satuan tufa pasir, adanya batuan yang memiliki resistensi terhadap erosi yang sangat berbeda pada posisi/elevasi yang hampir sama untuk batupasir tufan dan konglomerat di daerah TPA Matang Maiwa. (Peta Geologi), (Gambar 5).



Gambar 5. Peta Geologi lokasi TPA Sampah Matang, Maiwa Enrekang.

## 2. Pencemaran Air Tanah

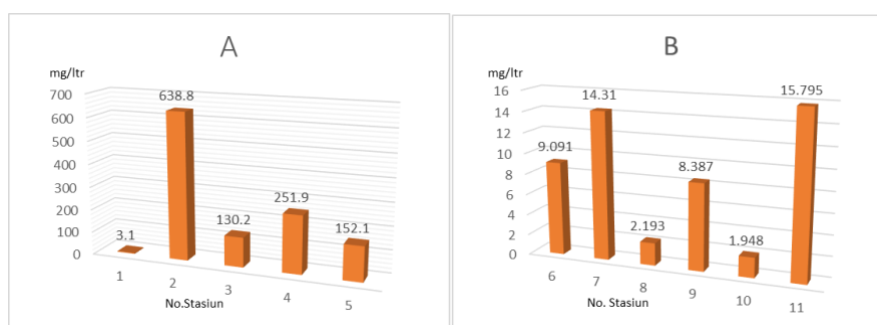
Banyaknya buangan limbah pada lokasi pengelolaan sampah Maiwa menyebabkan terjadinya pencemaran pada air tanah. Limbah cair yang diambil pada elevasi 8 – 16 mdpl, sedangkan sampel air sumur pada kedalaman 10 m.

Tabel 1. Hasil Analisis Laboratorium

| Unsur<br>(mg/l)            | No.Stasiun Pengambilan Air Limbah |         |        |         |         | No.Stasiun Pengambilan Air Sumur |       |       |        |        |        | Standar Baku Mutu (mg/l) |
|----------------------------|-----------------------------------|---------|--------|---------|---------|----------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------------------------|
|                            | 1                                 | 2       | 3      | 4       | 5       | 6                                | 7     | 8     | 9      | 10     | 11     |                          |
| Nitrat (NO <sub>3</sub> N) | 3,1                               | 638,8   | 130,2  | 251,9   | 152,1   | 9,091                            | 14,31 | 2,193 | 8,387  | 1,948  | 15,795 | 0,05                     |
| Sulfat (SO <sub>4</sub> )  | 56,243                            | 3438,10 | 45,23  | 57,41   | 49,57   | 8,58                             | 13,69 | 7,29  | 22,60  | 9,629  | 8,58   | 90                       |
| Chlorida (Cl)              | 13,59                             | 1359,58 | 359,88 | 459,86  | 301,91  | 7,09                             | 26,09 | 22,09 | 120,96 | 27,09  | 26,59  | 105                      |
| Biologi (BOD)              | 58                                | 729     | 165    | 126     | 88      | 9,26                             | 1,52  | 2,78  | 6,19   | 5,32   | 2,07   | 0,5                      |
| Chemical (COD)             | 78,31                             | 1277,20 | 456    | 403,495 | 133,926 | 11,224                           | 2,48  | 3,07  | 25,233 | 20,435 | 4,163  | 3                        |
| Kedalaman (M)              | 5,3                               | 4,2     | 3,6    | 5,3     | 5,7     | 10                               | 8     | 10    | 18     | 10     | 12     | -                        |

#### A. Unsur Pencemaran Nitrat ( $\text{NO}_3$ )

Analisis sampel (A) diperoleh hasil tertinggi dimana stasiun tersebut berada dalam lokasi TPA sampah. Analisis sampel (B) merupakan air sumur penduduk di peroleh hasil tertinggi nilai 15,795 mg/l dan nilai terendah 1,948 mg/l. kumulasi senyawa Nitrat ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) pada daerah telitian termasuk daerah zona berbahaya dan merupakan puncak akumulasi sampah nilai 1,95 - 10 mg/l, (Gambar 6).

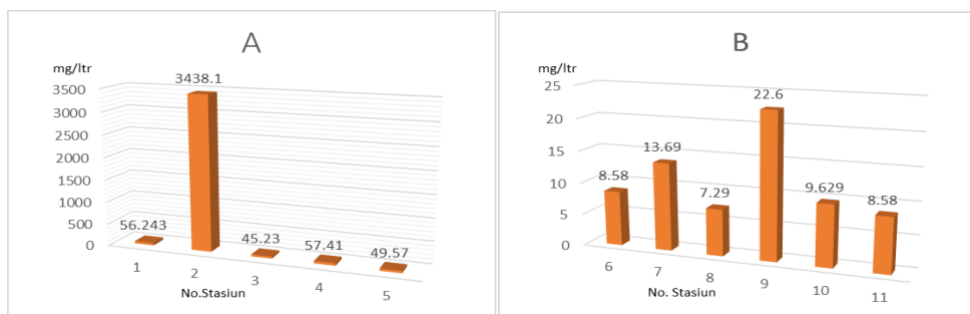


Gambar 6. Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) dalam lindi (A), dan Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) pada air sumur (B). Lokasi antara (A) dan (B) berjarak cukup jauh dengan arah dari Barat laut ke Tenggara.

Air sumur di stasiun 6 - 11 sudah berada pada zona di atas ambang batas berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001, tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air dimana batas yang diperbolehkan adalah 0,05 mg/l. Arah sebaran Nitrat adalah berarah baratdaya ke arah timur laut searah dengan strike/jurus perlapisan batuan tufa, dan searah dengan struktur patahan yang terdapat di lokasi TPA sampah.

#### B. Unsur Pencemaran Sulfat ( $\text{SO}_4$ )

Analisis sampel (A) di peroleh hasil tertinggi ada pada stasiun 2 berada dalam lokasi TPA sampah, sedang nilai terendah masih berada dalam lokasi TPA sampah. Analisis sampel (B) air sumur penduduk di peroleh hasil tertinggi nilai 22,6 mg/l dan terendah nilai 7,29 mg/l. Akumulasi sulfat ( $\text{SO}_4$ ) daerah telitian skala dampak tertinggi termasuk daerah zona berbahaya dan merupakan daerah puncak terakumulasinya sampah. Pada stasiun 6 - 11 merupakan daerah dalam skala dampak terendah dengan nilai 7,29 – 400 mg/l dan merupakan daerah aman, (Gambar 7).

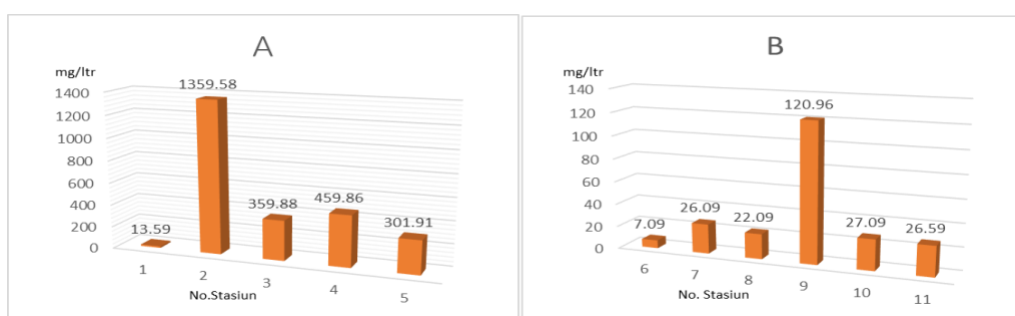


Gambar 7. Sulfat ( $\text{SO}_4$ ) dalam lindi (A), dan Sulfat ( $\text{SO}_4$ ) pada air sumur (B). Lokasi antara (A) dan (B) berjarak cukup jauh dengan arah dari Barat laut ke Tenggara.

Air sumur yang dijumpai pada stasiun 6 - 11 masih dalam zona aman berada pada batas yang diperbolehkan adalah  $< 90$  mg/l. Arah penyebaran sulfat berarah barat laut ke arah tenggara, searah dengan arah kemiringan perlapisan batuan tufa sebagai batuan penyusun TPA sampah.

### C. Unsur Pencemar Chlorida (Cl)

Analisis sampel (A) di peroleh hasil tertinggi pada stasiun 2 dengan nilai 1359,58 mg/l berada dalam lokasi TPA sampah, sedang nilai terendah juga masih berada di dalam lokasi TPA sampah. Analisis sampel (B) merupakan air sumur penduduk nilai hasil tertinggi 120,96 mg/l dan ndah dengan nilai 7,09 mg/l. Akumulasi Klorida (Cl) pada daerah telitian pada stasiun 2 dan 4 skala dampak sedang – tinggi dengan nilai 400 - 1300 mg/l.

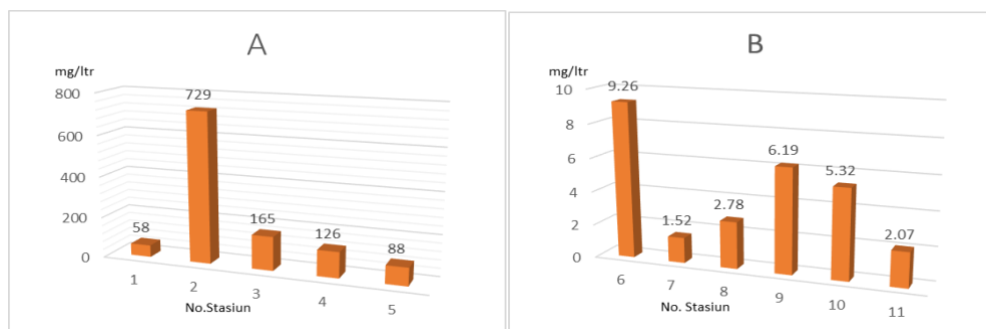


Gambar 8. Chlorida dalam lindi (A), dan Chlorida pada air sumur (B). Lokasi antara (A) dan (B) berjarak cukup jauh dengan arah dari Barat laut ke Tenggara.

Sedangkan yang termasuk dalam skala dampak terendah dengan nilai 13,59 mg/l daerah ini adalah daerah yang aman, (Gambar 8). Air sumur pada beberapa stasiun 6,7,8,10 dan 11 masih dalam zona aman karena masih berada di bawah ambang batas yang diperbolehkan 105 mg/l. Arah penyebaran Chlorida pada daerah telitian adalah relatif dari baratdaya ke arah Timur Laut hal ini searah dengan struktur geologi berupa patahan yang ada di lokasi TPA sampah.

### D. Unsur Pencemaran Biological Oxygen Demand (BOD)

Analisis sampel (A) di peroleh hasil tertinggi pada stasiun 2 dengan nilai 729 mg/l, berada dalam lokasi TPA sampah, sedang nilai terendah juga masih berada dalam lokasi TPA sampah. Analisis sampel (B) air sumur penduduk di peroleh hasil tertinggi nilai 9,26 mg/l dan terendah dengan nilai 1,52 mg/l.

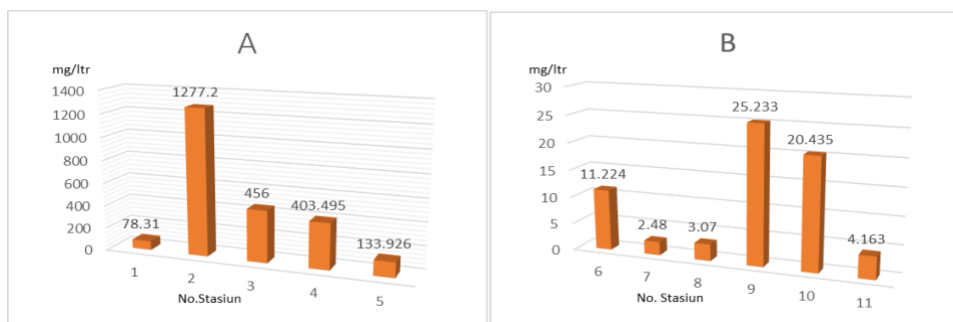


Gambar 9. BOD dalam lindi (A), dan BOD pada air sumur (B). Lokasi antara (A) dan (B) berjarak cukup jauh dengan arah dari Barat laut ke Tenggara.

Akumulasi *Biological Oxygen Demand* (BOD) terdapat stasiun 2 skala dampak tertinggi dengan nilai 600 - 728,99 mg/l, zona berbahaya dan stasiun ini merupakan puncak terakumulasinya sampah. Stasiun 6 - 11 termasuk dalam skala dampak cukup berbahaya yakni dengan nilai 1,52 - 6,19 mg/l daerah yang tidak aman, (Gambar 9). Air sumur yang dijumpai dalam zona tidak aman karena berada di atas ambang batas, dimana batas yang diperbolehkan adalah 0,5 mg/l. Arah penyebaran BOD air lindi adalah relatif dari barat laut ke arah Tenggara.

### E. Unsur Pencemaran Chemical Oxygen Demand (COD)

Analisis sampel (A) di peroleh hasil tertinggi pada stasiun 2 dengan nilai 1277,2 mg/l, berada dalam lokasi TPA sampah, sedang nilai terendah juga masih berada dalam lokasi TPA sampah. Analisis sampel (B) air sumur penduduk di peroleh hasil tertinggi nilai 25,23 mg/l dan terendah nilai 2,48 mg/l. Akumulasi Chemical Oxygen Demand (COD) daerah telitian adalah zona berbahaya merupakan daerah puncak terakumulasi sampah. (Gambar 10).



Gambar 10. COD dalam lindi (A), dan COD pada air sumur (B). Lokasi antara (A) dan (B) berjarak cukup jauh dengan arah dari Barat laut ke Tenggara.

Air sumur dijumpai pada beberapa stasiun 7, 8 dan 11 termasuk dalam zona aman karena berada di atas ambang batas. Sedangkan stasiun 6, 9 dan stasiun 10 termasuk dalam zona berbahaya sebab telah berada diatas ambang batas yang diperbolehkan. Volume sampah non organik lebih besar keterdapatannya dari volume sampah organik, sehingga unsur kimia terlarutnya lebih besar. Arah dari sebaran COD dilokasi telitian relatif kearah barat laut ke tenggara.

### 3. Analisis Geolistrik Tahanan Jenis

Hasil pengukuran dan perhitungan geolistrik dengan perangkat Lunak (software) Surfer 8.0, RES2DINV 5.54 , Arc View Ver 3.3, ArcGis, Global Mapper hasil il pengamatan langsung dilapangan, (Gambar 11).

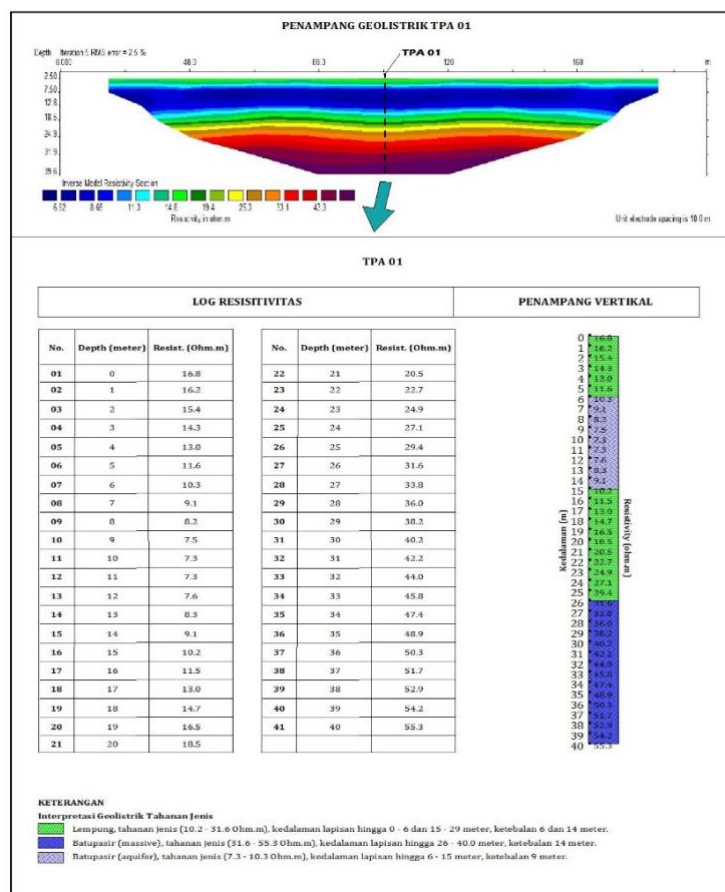


Gambar 11. Alat Geolistrik Multichannel yang digunakan dalam penelitian di TPA Maiwa, Enrekang

## A. Titik Duga TPA 01

Pada lokasi TPA 01 kondisi lapisan batuan secara vertikal adalah sebagai berikut:

1. Panjang pengukuran 200 meter (2 x 100 m), kedalaman 40 meter resistivitas semu ( $\rho$ ) antara 7.3 – 55.3  $\Omega$ m.
2. Resistivitas bawah permukaan dibagi 4 bagian, yaitu lapisan atas Lempung, Batupasir – Lapuk (aquifer), Lempung dan Batupasir - massive. Adapun penjelasan tiap lapisan sebagai berikut:
  - a) Lapisan pertama merupakan lapisan permukaan berupa Lempung dengan nilai resistivity 10.2 – 31.6  $\Omega$ m. Lapisan ini merupakan lapisan permukaan. Lapisan ini berada pada kedalaman 0 – 6 meter. Ketebalan lapisan 6 meter.
  - b) Lapisan di bawahnya (kedua) diinterpretasikan sebagai lapisan Batupasir dengan kondisi lapuk dan basah yang mengandung air dapat menyimpan dan meloloskan air. Lapisan batuan ini mempunyai nilai resistivity 7.3 – 10.3  $\Omega$ m dengan kedalaman lapisan sekitar 6 – 15 meter. Ketebalan lapisan 9 meter.
  - c) Lapisan di bawahnya (ketiga) merupakan lapisan berupa Lempung dengan nilai resistivity 10.2 – 31.6  $\Omega$ m. Lapisan ini mengandung air dapat menyimpan namun tidak bisa meloloskan air. Lapisan ini berada pada kedalaman 15 – 29 meter. Ketebalan lapisan 14 meter.



Gambar 12. Penampang hasil pengukuran Geolistrik Tahanan Jenis (*Resistivity*) titik sounding TPA 01 (garis putus-putus merupakan titik sounding) dan Penampang vertikal pengukuran Geolistrik Tahanan Jenis (*Resistivity*) titik sounding TPA 01 dan nilai tahanan jenis semu dan kedalaman tiap lapisan

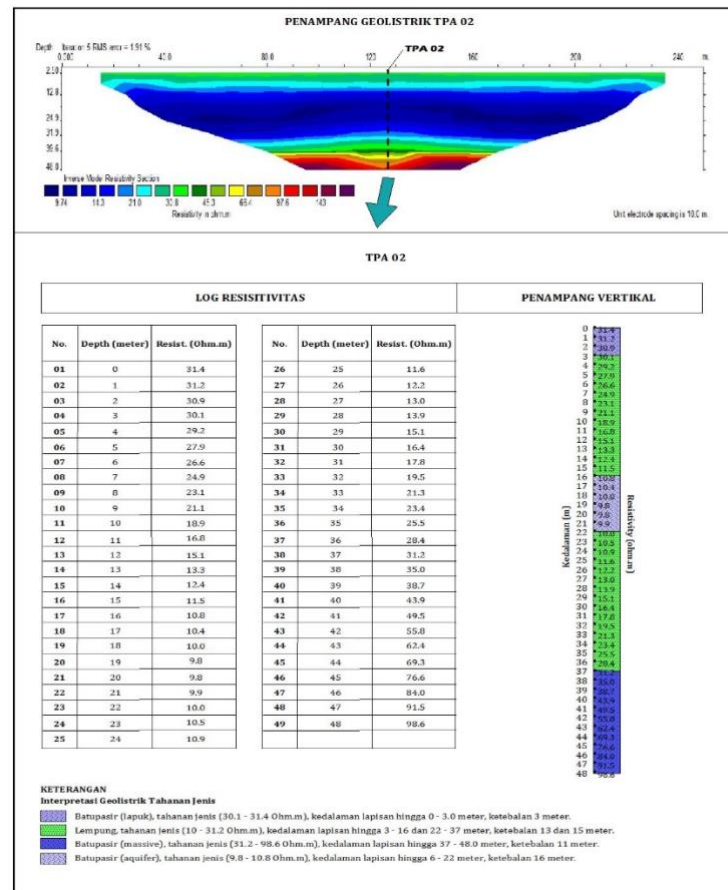
- d) Lapisan di bawahnya (keempat) diinterpretasikan sebagai lapisan Batupasir dengan kondisi lapisan massive. Lapisan batuan ini mempunyai nilai resistivity 31.6 – 55.3  $\Omega$ m dengan kedalaman lapisan sekitar 26 – 40 meter. Ketebalan lapisan 14 meter.

Kondisi kenampakan susunan lapisan tanah secara vertikal berdasarkan hasil interpretasi nilai resistivity geolistrik, (Gambar 12).

## B. Titik Duga TPA 02

Pada lokasi TPA 02 kondisi lapisan batumannya secara vertikal adalah sebagai berikut:

1. Panjang pengukuran 250 meter (2 x 125 m), kedalaman 48 meter resistivitas semu ( $\rho$ ) antara 9.8 – 98.6  $\Omega$ m.
2. Resistivitas bawah permukaan dibagi 5 bagian yaitu : lapisan atas Batupasir – Lapuk, Lempung, Batupasir – Lapuk (aquifer), Lempung dan Batupasir - massive. Adapun penjelasan tiap lapisan sebagai berikut:
  - a) Lapisan pertama merupakan lapisan permukaan berupa Batupasir kondisi lapuk dengan nilai resistivity 30.1 – 31.4  $\Omega$ m. Lapisan ini merupakan lapisan permukaan. Lapisan ini berada pada kedalaman 0 – 3 meter. Ketebalan lapisan 3 meter.



Gambar 13. Penampang hasil pengukuran Geolistrik Tahanan Jenis (*Resistivity*) titik sounding TPA 02 (garis putus-putus merupakan titik sounding) dan Penampang vertikal pengukuran Geolistrik Tahanan Jenis (*Resistivity*) titik sounding TPA 02 dan nilai tahanan jenis semu dan kedalaman tiap lapisan

- b) Lapisan di bawahnya (kedua) merupakan lapisan permukaan berupa Lempung dengan nilai resistivity 10 – 31.2  $\Omega$ m. Lapisan ini mengandung air dapat menyimpan namun

tidak bisa meloloskan air. Lapisan ini berada pada kedalaman 3 – 16 meter. Ketebalan lapisan 13 meter.

- c) Lapisan di bawahnya (ketiga) diinterpretasikan sebagai lapisan Batupasir dengan kondisi lapuk dan basah yang mengandung air dapat menyimpan dan meloloskan air. Lapisan batuan ini mempunyai nilai resistivity 9.8 – 10.8  $\Omega\text{m}$  dengan kedalaman lapisan sekitar 6 – 22 meter. Ketebalan lapisan 16 meter.
- d) Lapisan di bawahnya (keempat) merupakan lapisan berupa Lempung dengan nilai resistivity 10 – 31.2  $\Omega\text{m}$ . Lapisan ini mengandung air dapat menyimpan namun tidak bisa meloloskan air. Lapisan ini berada pada kedalaman 22 – 37 meter. Ketebalan lapisan 15 meter.
- e) Lapisan di bawahnya (kelima) diinterpretasikan sebagai lapisan Batupasir dengan kondisi lapisan massive. Lapisan batuan ini mempunyai nilai resistivity 31.2 – 91.6  $\Omega\text{m}$  dengan kedalaman lapisan sekitar 37 – 48 meter. Ketebalan lapisan 11 meter.

Kondisi kenampakan susunan lapisan tanah secara vertikal berdasarkan hasil interpretasi nilai resistivity geolistrik, (Gambar 13).

### C. Titik Duga TPA 03

Pada lokasi TPA 03 kondisi lapisan batuan secara vertikal adalah sebagai berikut:

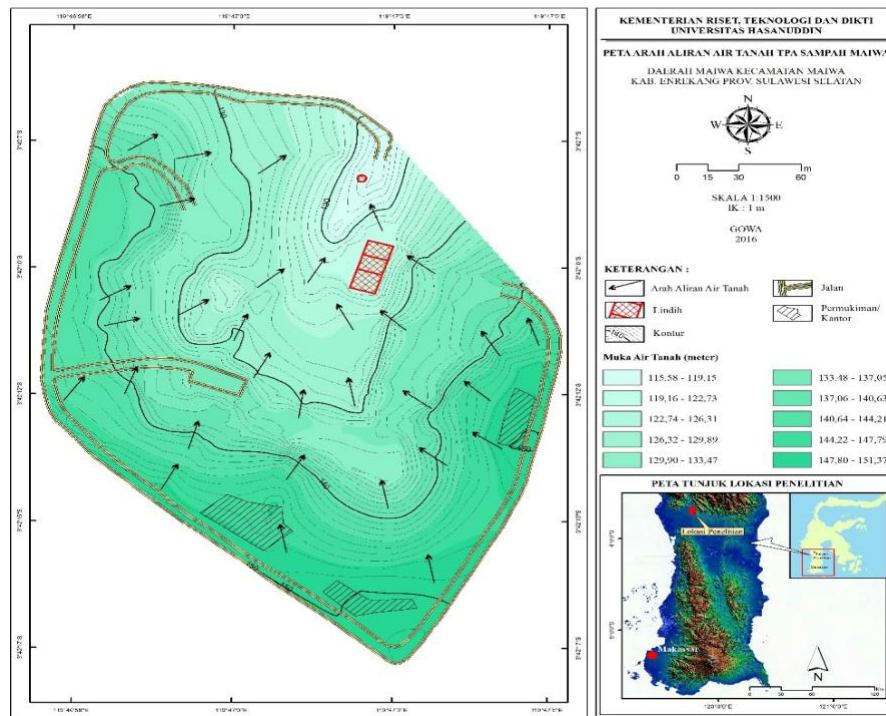
1. Panjang pengukuran 300 meter (2 x 150 m), kedalaman 57 meter, resistivitas semu ( $\rho$ ) antara 2.0 – 2301.7  $\Omega\text{m}$ .
2. Resistivitas bawah permukaan dibagi menjadi 5 bagian yaitu : lapisan atas Batupasir – Lapuk, Batupasir – Lapuk (aquifer), Lempung, Batupasir – Lapuk (aquifer) dan Batupasir - massive. Adapun penjelasan tiap lapisan sebagai berikut:
  - a. Lapisan pertama merupakan lapisan permukaan berupa Batupasir kondisi lapuk dengan nilai resistivity 9.4 – 16.8  $\Omega\text{m}$ . Lapisan ini merupakan lapisan permukaan. Lapisan ini berada pada kedalaman 0 – 11 meter. Ketebalan lapisan 11 meter.
  - b. Lapisan di bawahnya (kedua) diinterpretasikan sebagai lapisan Batupasir dengan kondisi lapuk dan basah yang mengandung air dapat menyimpan dan meloloskan air. Lapisan batuan ini mempunyai nilai resistivity 9.8 – 10.8  $\Omega\text{m}$  dengan kedalaman lapisan sekitar 11 – 30 meter. Ketebalan lapisan 19 meter.
  - c. Lapisan di bawahnya (ketiga) merupakan lapisan permukaan berupa Lempung dengan nilai resistivity 10 – 34.8  $\Omega\text{m}$ . Lapisan ini mengandung air dapat menyimpan namun tidak bisa meloloskan air. Lapisan ini berada pada kedalaman 30 – 37 meter. Ketebalan lapisan 7 meter.
  - d. Lapisan di bawahnya (keempat) diinterpretasikan sebagai lapisan Batupasir dengan kondisi lapuk dan basah yang mengandung air dapat menyimpan dan meloloskan air. Lapisan batuan ini mempunyai nilai resistivity 9.8 – 10.8  $\Omega\text{m}$  dengan kedalaman lapisan sekitar 37 – 42 meter. Ketebalan lapisan 5 meter.
  - e. Lapisan di bawahnya (kelima) diinterpretasikan sebagai lapisan Batupasir dengan kondisi lapisan massive. Lapisan batuan ini mempunyai nilai resistivity 109.3 – 2301.7  $\Omega\text{m}$  dengan kedalaman lapisan sekitar 42 – 57 meter. Ketebalan lapisan 15 meter.

Kondisi kenampakan susunan lapisan tanah secara vertikal berdasarkan hasil interpretasi nilai resistivity geolistrik, (Gambar 14).

### 4. Aliran Air Tanah

Air tanah akan bergerak dari daerah bertopografi tinggi yakni di barat daya menuju daerah yang lebih rendah yakni ke arah utara. Batuan penyusun daerah ini adalah tufa pasir dengan permeabilitas (K)  $2,4 \times 10^{-5}$ , dengan kemiringan lapisan batuan ke arah tenggara ( $N48^\circ E/10^\circ$ ). Aspek lapisan batuan sangat berperan penting dalam penentuan arah pergerakan

air tanah. Aliran air tanah akan relatif mengalir searah dengan lapisan batuan dan tentunya hal ini ditunjang pula oleh topografi suatu daerah (Benfetta, 2009).



Gambar 15. Peta Arah Aliran Air Tanah di TPA Maiwa, Enrekang

Batas bawah lapisan akuifer bebas ini merupakan akuiklud yang berfungsi sebagai lapisan *impermeabel* atau kedap air yang tersusun oleh breksi vulkanik. Presipitasi selain akan memberikan imbuhan air tanah yang mengalir di permukaan/*run off* menuju ke Sungai Karrang. Sedangkan bagian utara terdapat batas aliran yang konstan karena dikontrol oleh sesar naik dan *constant head* (aliran muka air tanah).

Parameter uji tekanan air tanah dengan metode geolistrik diperoleh hasil pengolahan data di setiap lintasan memperlihatkan variasi nilai resistivitas dari 0.348  $\Omega$ .m hingga 2538  $\Omega$ .m. Batuan penyusun memiliki porositas yang baik, hal ini memperlihatkan dengan adanya akumulasi air (Peta Arah Aliran Air Tanah).

Kedalaman akumulasi sebaran air tercemar/lindi diperoleh sangat variatif dari kedalaman 2,5 meter hingga 24,9 meter sama dengan kedalaman air tanah.

Penentuan arah pergerakan aliran lindi didasarkan kemana aliran air tanah mengalir. Dari hasil pengujian dengan metode geolistrik maka diketahui bahwa arah aliran air tanah yaitu dari arah barat daya ke arah utara sampai timur laut, dengan kedalaman antara 2,5 hingga 24,9 meter yang kurang lebih sama dengan kedalaman air tanah.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa arah pergerakan aliran air tercemar/lindi adalah dari arah baratdaya ke arah utara timur laut, (Peta Arah Aliran Air Tanah), (Gambar 15).

## KESIMPULAN

Dari hasil telitian disimpulkan bahwa Sebaran air tanah di daerah TPA Sampah Maiwa yakni bergerak ke arah tenggara dan sebaran lindi yang terdapat dalam sistem air tanah

bergerak dari arah barat laut ke tenggara yang searah pula dengan arah kemiringan lapisan batuan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini atas dukungan biaya penelitian DRPM Kemenristek/BRIN dengan nomer SK 04/ITNY/LPPMI/Pen.DRPM/PDP/VI/2020.

## REFERENSI

- Ahmad F. M., 2009., *Groundwater and Soil Vulnerability in the Langat Basin Malaysia*, Institute for Environment and Development (LESTARI) Universiti Kebangsaan Malaysia. [http://www.Eurojournals.com/ejsr\\_27\\_4\\_15.pdf](http://www.Eurojournals.com/ejsr_27_4_15.pdf).
- Arifin, M.F, 2001. *Tinjauan Geohidrologi Sebagai Salah Satu Pertimbangan Dalam Pemilihan Lokasi TPA Sampah*. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Arifin, M.F., 2015. “*Model Pergerakan Lindi Dalam Sistem Air Tanah TPA Sampah Tamangapa Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan*”, Universitas Hasanuddin. [Inji.arifin@gmail.com](mailto:Inji.arifin@gmail.com).
- Ilen, J.R.L., 1984, *Sedimentary Structure: Their Character And Physical Basics*. Development In Sedimentology Elsevier Publishing, Amsterdam.
- Anderson, M.P. and Woessner, W.W., 1992, *Applied Groundwater Modeling Simulation of Flow and Advective Transport*, Academic Press, Inc, California.
- Bakosurtanal, 1991. *Peta Rupa Bumi Lembar Lalebata nomor 2011-34*, Cibinong, Bogor.
- Chay A. C., 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Child, E.C and Collins-George, N., 1950. *The Permeability of Porous Materials Proceedings of the Royal Society*, pp. 392-405.
- Chow, V. T., 1988. *Applied Hydrology*. McGraw Hill, New York.
- C. Madera., 2009. *Landfill leachate treatment: one of the bigger and underestimated problems of the urban water management in developing countries*. Author manuscript, published in "9th World Wide Workshop for Young Environmental Scientists WWW-YES-Brazil".
- Damanhuri, E., 1990. *Penelitian Pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Tepat Guna*. Bandung.
- Damanhuri, E., 1995. *Teknik Pembuangan Akhir (TPA) Sampah*, ITB Bandung.
- Dune, T & Leopold, L.B., 1978. *Water and Environment Planning*. W.H. Freeman ND Co, San Farnisco, U.S.A.
- Eagleson, P.S., 1970. *Dynamic Hydrology*. McGraw-Hill. New York.
- Fred, L.G., 1990. *Sanitary Landfill Leachate Recycle "Bio-Cycle"*. Journal Watercycling. Bandung. 276.
- Fredlund, D.G., and Morgenstern, N.R., 1977. *Stress State Variables for Unsaturated Soils*. ASCE, Vol. 103, pp 447-464.
- Hendrajaya, L. dan Arif, I. 1990, *Geolistrik Tahanan Jenis*, Monograf : Metode Eksplorasi Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika, Institut Teknologi Bandung.
- Irham. M, 2006., *Pemetaan Sebaran Air Tanah Asin Pada Akuifer Dalam di Wilayah Semarang Bawah*. <http://eprints.undip.ac.id/2139/1/.pdf>
- Le Grand A, 1980., *Standardized System for Evaluation Waste Disposal Site*, Limited, London.
- Linsley., 1982. *Applied Hydrology*. McGraw Hill Publ. Co. Ltd, New Delhi.

- Mualimin, dan Irham Nurwidyanto, M. 2004. *Inversi Impedansi Akustik Seismik 3D Untuk Estimasi Porositas Batuan*. Laboratorium Geofisika FMIPA Universitas Diponegoro. Semarang. ([http://merdeka-okey.blogspot.com/2008/07/Inversi\\_impedansi\\_akustik\\_Seismik\\_3D\\_untuk\\_Estimasi\\_Porositas\\_Batuan\\_\(Studi\\_Kasus\\_Lapangan\\_X\\_Cirebon\).pdf](http://merdeka-okey.blogspot.com/2008/07/Inversi_impedansi_akustik_Seismik_3D_untuk_Estimasi_Porositas_Batuan_(Studi_Kasus_Lapangan_X_Cirebon).pdf)). Diakses 20 Oktober 2013)
- Soemarwoto, O., 1996. *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. Gadjah Mada University Press., Yogyakarta.
- Srikandi, F., 1992. *Polusi Air dan Udara*. IPB, Bogor.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E. and Keys, D.A. 1990. *Applied Geophysics\_Second Edition*, Cambridge University Press., Australia.
- Tchobanoglous, 1977., *Solid Waste*. McGraw-Hill. Kogakhusa Ltd, Tokyo
- Todd, D.K, 1976, “*Groundwater Hydrology*”. 2<sup>nd</sup> Edition. New York: Jhon Wiley & Sons).
- Verhoef, P.N.W., 1989. *Geologi untuk Teknik Sipil*. Erlangga, Jakarta.