

ANALISIS TINGKAT PENCEMARAN AIR BAWAH TANAH DENGAN METODE GEOLISTRIK DI TPA RUM BALIBUNGA KOTA TIDORE

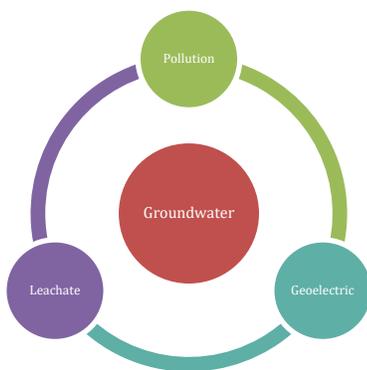
Nasrun Aslan¹, Nani Nagu¹, Rahim Achmad², Edward Rizky Ahadian*¹

¹Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Khairun, Ternate

²Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Program Studi Pendidikan Geografi, Universitas Khairun, Ternate

*Corresponding author
edward.rizky@unkhair.ac.id

Graphical Abstract



Abstract

Groundwater is a vital resource for irrigation, industry and drinking water, yet its widespread utilization is causing shortages in many areas. Therefore, it is important to maintain and protect groundwater resources for their sustainability. One way to monitor groundwater pollution is by using geoelectric methods. This study aims to analyze underground water pollution around the Balibunga Rum Landfill and model leachate water flow using geoelectric methods. This quantitative study collected resistivity data on the first pass, which showed resistivity values ranging from 12.5 - 80.7 Ω m to 3366 - 8555 Ω m at a depth of 1.25 m to 19.78m. From the analysis, pollution due to leachate seepage into the ground was identified. The movement of this contamination is towards the area with the lowest elevation, indicating contamination of the groundwater around the landfill.

Keywords: Groundwater, Pollution, Geoelectric, Leachate



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan yang semakin pesat di kota-kota diseluruh indonesia, berdampak terhadap lingkungan baik fisik maupun non fisik diberbagai bidang, salah satu permasalahannya adalah terkait dengan sampah yang belum terkelolah dengan baik. TPA yang dulu merupakan tempat pembuangan akhir, berdasarkan UU No 18 Tahun 2008 menjadi tempat pemrosesan akhir didefinisikan sebagai pemrosesan akhir sampah dalam bentuk pengembalian sampah atau residu hasil pengolahan sebelumnya ke media lingkungan secara aman.

Salah satu metode yang banyak dipakai dalam studi pencemaran air tanah adalah metode geolistrik. Metode ini melibatkan pengukuran potensial, arus dan medan elektromagnetik yang terjadi secara alamiah maupun akibat injeksi arus. Salah satu jenis metode geolistrik yaitu geolistrik tahanan jenis atau yang sering disebut metode Resistivity (Soininen, 1985).

Air tanah adalah air yang menempati rongga-rongga dalam lapisan geologi lapisan tanah yang terletak di bawa permukaan air tanah di namakan daerah jenuh (saturated zone), sedangkan daerah tidak jenuh biasanya terletak di atas daerah jenuh sampai ke permukaan tanah, di mana rongga-rongga berisi air dan udara.

Pencemaran merupakan masuknya atau di masuknya makhluk hidup,zat,energy, dan komponen lain kedalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tersebut tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntuknya (PP No.82 Tahun 2001) menurut Odum (1996) pencemaran adalah perubahan perubahan sifat fisik,kimia,dan biologi yang tidak kehendaki pada udara, tanah dan air.

Air lindi (leachate) adalah cairan yang merembas melalui tumpukan sampah dengan membawa material terlarut, terutama dikomposisi material limbah (damanhuri dari pandim 2010). Secara fisik adalah limbah berbentuk cairan berwarna hitam berbau busuk dan mengandung banyak potengen berbahaya yang berpotensi

menimbulkan penyakit keberadaan air lindi yang berbau menyengat menarik kedatangan bebarapa serangga yang dapat mengganggu kesehatan, contohnya adalah lalat dan kecoa.

Geolistrik adalah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana mendeteksinya di permukaan bumi (Suardika Et Al., 2017). Metode geolistrik sebagai salah satu metode dalam geofisika yang mampu memberikan informasi bawah permukaan yang bekerja berdasarkan sifat tahanan jenis batuan (Salam Et Al., 2018).

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) merupakan tempat di mana sampah mencapai tahap terakhir dalam pengelolaannya sejak di mulai timbul di sumber, pengumpulan pemindahan/pengangkutan, pengolahan dan pembuangan TPA merupakan tempat di mana sampa diisolasi secara aman agar tidak menimbulkan gangguan terhadap lingkungan sekitarnya. Karena di perlukan penyediaan fasilitas dan perlakuan yang benar agar keamanan tersebut dapat di capai dengan baik.

TPA yang dulu merupakan tempat pembuangan akhir, berdasarkan UU No 18 Tahun 2008 menjadi bentuk tempat pemrosesan akhir didefinisikan sebagai pemrosesan akhir sampah dalam bentuk pengembalian sampah atau residu hasil pengolahan sebelumnya ke media lingkungan secara aman. Selain itu di lokasi pemrosesan akhir tidak hanya ada proses penimbunan sampah tetapi juga wajib terdapat 4 (empat) aktivitas utama penanganan sampah di lokasi tpa, yaitu (Litbang Pu, 2009) : Pemilihan sampah, Daur ulang sampah non-hayati (an-organik), Pengomposan sampah hayati (Organic), Pengurangan/penimbunan sampah residu dari proses diatas di lokasi pengurangan atau penimbunan (landrill).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang berbentuk angka-angka dan data kuantitatif yang dinyatakan dalam angka - angka. dillakukan untuk mengetahui tingkat pencemaran air tanah akibat dari polutan air lindi dan juga mendapatkan gambaran yang jelas mengenai dengan suatu keadaan berdasarkan data yang di peroleh pada lokasi penelitian yaitu TPA Rum Balibunga Kota Tidore.

2.1. Pengumpulan Data

Penentuan titik dan panjang lintasan yang akan di ambil disesuaikan dengan kondiisi daerah studi yaitu pada TPA Rum Balibunga Kota Tidore pengukuran ini di lakukan di 1 titik yaitu di samping tempat penampungan Air lindi. dengan menggunakan alat ukur geolistrik dengan tingkatan kedalamam 20 m. Selanjutnya di lakukan pemasangan kabel lintasan dan pemancangan stik elektroda dengan menggunakan palu. selanjutnya dilakukan pengukuran dengan seistivity meter dengan bantuan accu. Adapun langkah-langkah pengambilan data geolistrik di lapangan sebagai berikut :

- a. Tentukan lokasi pengukuran
- b. Tentukan arah lintasan pengukuran.
- c. Tentkan lintasan pengukuran.
- d. Tentukan jarak antar elektroda.
- e. Pemancangan stik elektroda sesuai jarak yang telah di tentukan.
- f. Pemasangan kabel pengukuran sambungkan pada tiap-tiap stik elektroda.
- g. Pasang kabel pengukuran ke set alat
- h. Lakukan pengukuran.
- i. Simpan data hasil pengukuran.

Dalam penelitian ini pengambilan data dilakukan dengan menerapkan metode secara acak (random) ataukah secara tertentu (purposive) dilapangan dimana data yang diperoleh merupakan hasil pengukuran langsung di lapangan. Pengukuran di lakukan dengan menentukan titik yang di ambil yaitu di samping bak tampungan Air Lindi dan juga Dari 1 titik ini akan di ketahui daerah mana yang memiliki polutan paling besar dan terkecil yaitu dengan melihat perbedaan nilai resistivitas yang di dihasilkan alat geolistrik tersebut dengan nilai air bersih yaitu antara 10-100 ohm-m, jadi berdasarkan nilai ini dapat ditentukan titik daerah man yang polutannya besar atau kecil dan arah pergerakan lindi.

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Alat Dan Bahan	Kegunaan
1.	<i>Resistivitymeter</i> Tipe Ares (2d)	Untuk pengukuran geolistrik
2.	<i>Accu 60 A 12 V</i>	Untuk Arus <i>Dc</i>
3	Palu	Menancapkan tiang elektroda
4.	<i>GPS (Global Positioning System)</i>	Penentuan posisi
5.	Meter Rol	Untuk mengukur jarak antar stik elektroda

6.	<i>Software</i> : Res2dinv	Untuk memodelkan bentuk aliran lindi secara 2d
7.	Kamera	Untuk mengambil dokumentasi penelitian di lapangan
8	<i>Handy Talkie</i> (HT)	Untuk komunikasi pada saat di lapangan

2.2. Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengukuran di lapangan dengan menggunakan alat resistivitas terdiri dari parameter arus dan beda tegangan data tersebut kemudian dikonversikan menjadi resistivitas semu dan hasilnya diolah dengan menggunakan program res2dinv. Hasil yang diperoleh dengan resdinv ini merupakan harga tahan jenis yang sebenarnya (true resistivitas) dan warna-warna tertentu pada gambar mewakili nilai resistivitas berbeda-beda dan menunjukkan arah. pergerakan air lindi dan identifikasi pencemaran pada sistem air bawa tanah. analisis hasil pengukuran geolistrik dalam hal ini nilai resistivitas batuan yang terkandung lindi dari nilai ini kemudian dibuat model aliran pergerakan lindi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Gambaran Umum TPA Rum Balibunga

TPA Rum Balibunga terletak di kelurahan tahu kecamatan Tidore Utara di kota Tidore Provinsi Maluku Utara TPA ini memiliki luasan ±5 ha dari pusat kota Tidore di mana sebelah lintasan utara berbatasan dengan desa Rum Balibunga dan di sebelah timur berbatasan dengan desa Tobalo keadaan dan kondisi TPA Rum Balibunga tpa ini menampung dari 4 kecamatan yang ada di Kota Tidore TPA Rum Balibunga dimana metode ini yang di gunakan pada saat itu masih menggunakan sisitem terbuka open dumping yaitu sampah di buang begitu saja dalam sebuah tpa tanpa ada keperluan apapun, tidak ada penutup tanah

3.2. Hasil Pengukuran Geolistrik

Penelitian di laksanakan di lokasi TPA Rum Balibunga, pada tanggal 26 - 27 Desember 2023. Penelitian ini dilakukan pada pukul 09.00 WIT dan berakhir pada pukul 17.00 WIT dan dilanjutkan pada hari kedua hingga pada pukul 16.00. Penentuan titik lintasan untuk pengkuran geolistrik menggunakan GPS. Panjang lintasan adalah 120 m dengan menggunakan 24 stik elektroda. Jarak anatar stik elektroda adalah a = 5m.

Dengan menerapkan metode Wenner Alfa seperti pada gambar 4.2, dilakukan pengukuran sebanyak 84 kali, dengan level data sebanyak n = 7. Level data menunjukkan kedalaman informasi yang diperoleh berdasarkan jarak antar elektroda. Pada level n = 1, jarak antar elektroda masih a =5m, untuk n = 2, jarak antar elektroda a = 10m, dan seterusnya (kelipatan 5) hingga level n = 7. Semakin besar jarak elektroda, semakin dalam informasi resistivitas yang bisa diperoleh. Tabel 4.1 hingga tabel 4.7 berikut ini menunjukkan hasil pengukuran 7 level data.

Tabel 4.1 Hasil Nilai Resistivitas Pada n = 1

No.	I [mA]	V [mV]	A	K=2πa	Rho [Ωm]
1	85	121,8	5	31,4	44,99435
2	29	100,2	5	31,4	108,4924
3	25	171	5	31,4	214,776
4	76	835	5	31,4	344,9868
5	27	449	5	31,4	522,1704
6	12	125,4	5	31,4	328,130
7	33	524	5	31,4	498,594
8	16	610	5	31,4	1197,125
9	57	151,4	5	31,4	83,403
10	27	343	5	31,4	398,896
11	8	106	5	31,4	416,050
12	76	138,7	5	31,4	57,305
13	152	373,2	5	31,4	77,09526
14	118	270,7	5	31,4	72,03373
15	103	333,7	5	31,4	101,7299
16	102	295,6	5	31,4	90,99843
17	90	228,8	5	31,4	79,82578
18	104	203	5	31,4	61,29038
19	88	108,3	5	31,4	38,64341

No.	I [mA]	V [mV]	A	K=2πa	Rho[Ωm]
20	89	109,8	5	31,4	38,73843
21	126	111,9	5	31,4	27,88619

Tabel 4.2 Hasil Nilai Resistivitas Pada n = 2

No.	I [mA]	V [mV]	a	K=2πa	Rho[Ωm]
1	24	555	10	62,8	1452,25
2	32	868	10	62,8	1703,45
3	52	531	10	62,8	641,2846
4	18	286	10	62,8	997,8222
5	6	212	10	62,8	2218,933
6	11	332	10	62,8	1895,418
7	102	930	10	62,8	572,5882
8	48	393	10	62,8	514,175
9	70	465	10	62,8	417,1714
10	21	190	10	62,8	568,1905
11	11	126	10	62,8	719,3455
12	55	331	10	62,8	377,9418
13	61	636	10	62,8	654,7672
14	141	129,3	10	62,8	57,58894
15	149	148,7	10	62,8	62,67356
16	140	109,8	10	62,8	49,25314
17	92	62,7	10	62,8	42,79957
18	69	378	10	62,8	34,0348

Pada tabel 4.1 dan tabel 4.2 nilai resistivitas yang diperoleh berkisar antara (34,0348 - 90,99843 Ωm). Semakin kecil nilai resistivitas yang diperoleh dari hasil, menunjukkan bahwa terdapat pengaruh larutan lindi yang telah tersebar di bawah permukaan tanah.

Tabel 4.1 dengan dengan level data, n = 1, adalah data resistivitas dengan kedalaman kurang dari 3 m. Pada tabel ini terlihat, nilai resistivitas mulai turun pada data no 12 s/d 13 (antara 61, 5 Ωm – 77Ωm) dan data no. 16 s/d 21 (antara 27 Ωm – 61, 5 Ωm). Pada tabel 4.2 dengan level data, n = 2, nilai resistivitas yang rendah terlihat pada data no. 14 s/d no. 18 (antara 34 Ωm – 57, 5 Ωm).

Rendahnya nilai resistivitas pada nomor urut yang disebutkan, menunjukkan adanya pengaruh lindi. Ini mengindikasikan, lindi telah merembes pada kedalaman level data n=1 dan n =2 (kedalaman kurang dari 6m, lebih kearah Timur lintasan pengukuran). Jika lindi terperangkap dan tidak mengalir pada tempat ini, maka akan diperoleh nilai resistivitas yang lebih rendah lagi

Data yang lain pada kedua tabel ini, menunjukkan nilai resistivitas pada angka ratusan hingga ribuan. Nilai resistivitas ini, menunjukkan tidak terdapatnya pengaruh larutan lindi. Nilai resistivitas yang tinggi juga dipengaruhi oleh batuan (batuan beku: pumice) yang sangat resistif (bersifat menghambat) terhadap arus listrik.

I [mA]	V [mV]	A	K=2πa	Rho[Ωm]
7	725	15	94,2	9756,429
13	142	15	94,2	1028,954
24	310	15	94,2	1216,750
126	979	15	94,2	731,919
28	357	15	94,2	1201,050
19	272	15	94,2	1348,547
90	463	15	94,2	484,607
45	257	15	94,2	537,987
57	335	15	94,2	553,632

19	123	15	94,2	609,821
22	147	15	94,2	629,427
81	376	15	94,2	437,274
144	775	15	94,2	506,979
164	866	15	94,2	497,422
91	530	15	94,2	548,637

Tabel 4.3 Hasil Nilai Resistivitas Pada n =3

Tabel 4.4 Hasil Nilai Resistivitas Pada n4

[mA]	V [mV]	a	$K=2\pi a$	$Rho[\Omega m]$
125	798	20	125,6	801,8304
28	521	20	125,6	2337,057
89	468	20	125,6	660,4584
20	155	20	125,6	973,4
15	112	20	125,6	937,8133
44	218	20	125,6	622,2909
73	240	20	125,6	412,9315
78	302	20	125,6	486,2974
16	150	20	125,6	1177,5
17	119	20	125,6	879,2
70	388	20	125,6	696,1829

Tabel 4.5 Hasil Nilai Resistivitas Pada n5

I [mA]	V [mV]	a	$K=2\pi a$	$Rho[\Omega m]$
117	487	25	157	653,4957
85	450	25	157	831,1765
41	118,3	25	157	453,0024
74	96	25	157	203,6757
26	152	25	157	917,8462
21	112	25	157	837,3333
93	368	25	157	621,2473
62	304	25	157	769,8065
43	331	25	157	1208,535

Tabel 4.6 Hasil Nilai Resistivitas Pada n6

I [mA]	V [mV]	a	$K=2\pi a$	$Rho[\Omega m]$
290	149,2	30	188,4	96,92855
217	129,3	30	188,4	112,2586
234	864	30	188,4	695,6308
229	817	30	188,4	672,152
70	392	30	188,4	1055,04
26	327	30	188,4	2369,492

Tabel 4.7 Hasil Nilai Resistifitas Pada n7

I [mA]	V [mV]	a	$K=2\pi a$	Rho [Ωm]
104	1,024	35	219,8	2164,185
84	420	35	219,8	1099
44	278	35	219,8	1388,736

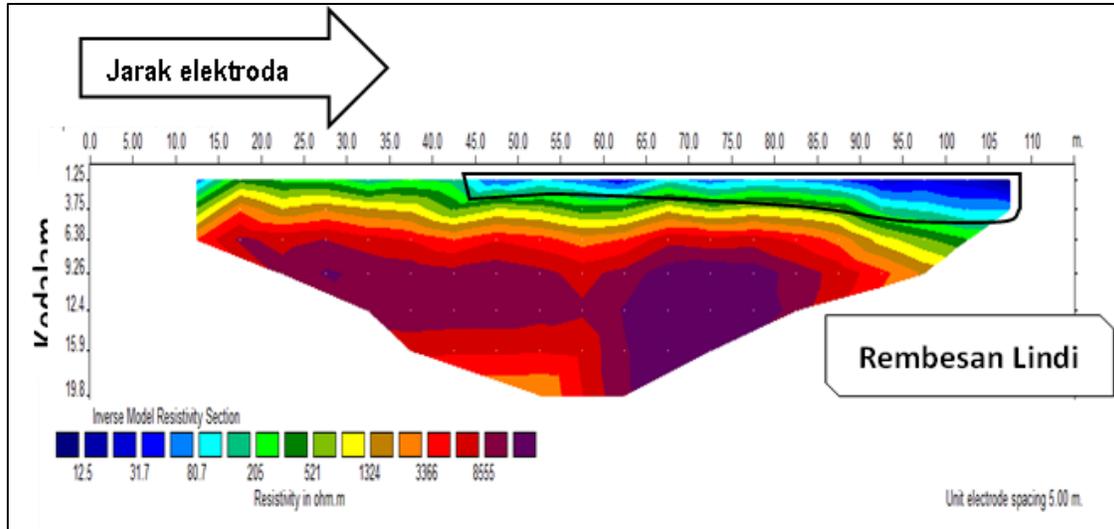
Nilai resistivitas pada tabel 4.3 s/d 4.7, yang memberikan informasi keadaan bawah permukaan tanah dari kedalaman 6 m hingga ke 20 m terlihat pada kisaran angka ratusan hingga ribuan Ωm. Nilai resistivitas ini menunjukkan tidak adanya pengaruh rembesan lindi. Angka nilai resistivitas pada tabel 4.3 s/d 4.7 menunjukkan nilai batuan yang resistif. Analisis ini juga didukung oleh banyaknya singkapan batuan yang terlihat di sekitar lokasi pengukuran. Gambar di bawah ini menunjukkan terdapatnya batuan beku (pumice) yang juga diduga merupakan lapisan bawah permukaan pada lintasan pengukuran.



Gambar 4.1 Lapisan Batuan Beku/ Pumice

3.3. Hasil Inversi Pengukuran Geolistrik

Pengukuran geolistrik, didasarkan pada prinsip kelistrikan batuan di bumi. Prinsip dari metode ini adalah menginjeksikan arus listrik kedalam bumi, dan melihat nilai tegangan listrik yang terjadi. Dari hubungan arus dan tegangan listrik, dan dihubungkan dengan konfigurasi pengukuran, maka diperoleh nilai resistivitas batuan. Hasil pengukuran yang diperoleh hasil pengukuran resistivitas yang diperoleh pada tabel 4.1- 4.7, adalah nilai resistivitas pada titik datum saat pengukuran dilakukan. Nilai ini masih harus diolah dengan menggunakan perangkat lunak (res2Dinv) yang menghasilkan nilai resistivitas sebenarnya, sehingga dapat diinterpretasikan susunan batuan bawah permukaan yang sebenarnya.



Gambar 4.2. Penampang hasil resistivitas dengan program res2Dinv

Gambar 4.2 adalah hasil inversi res 2Dinv dari pengukuran geolistrik di TPA Balibunga Tidore. Tampilan hasil inversi ini dalam bentuk warna yang nilainya disesuaikan dengan urutan warna di bawahnya. Warna hijau hingga ungu (pada kedalaman 7 s/d 20 m) menunjukkan rentang nilai resistivitas antara 205 (Ωm) s/d 8555 Ωm adalah nilai resistivitas batuan yang keras/masiv. Berdasarkan singkapan yang terlihat disekitar lokasi TPA dapat diduga adalah batuan beku apung (pumice).

Tabel 4.8 Hasil interpretasi pada lintasan 1

Skala Gambar	Nilai Tahanan Jenis (Ωm)	Jenis Batuan/Material
	12,5 - 31,7	Air lindi, dan lapisan lempung.
	80,7 - 205	lapisan lempung, lapisan pasir dan batu pasir.
	521 - 1324	Lapisan pasir dan krikil konglomerat
	3366 - 8555	Batuan vulkanik dan kelompok granit

Warna biru gelap hingga biru cerah, merupakan lapisan penutup/top soil (regolith) bagian atas yang memiliki nilai resistivitas antara 12 s/d 80 (Ωm) pada kedalaman kurang dari 6 m, merupakan lapisan yang dialiris larutan lindi. Secara topografi, lapisan ini berada lebih rendah kearah Timur, dan berdekatan dengan kolam penampung air lindi. Diduga kuat air lindi mengalir melewati lintasi pengukuran.



Gambar 4.3. Lintasan Pengukuran Geolistrik

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis dari pencemaran air bawah tanah menggunakan metode uji geolistrik atau wener alpha di dapatkan kesimpulan yaitu:

1. Hasil pengukuran geolistrik dalam tabel 4.1s/d 4.2 menunjukan nilai resistivitas yaitu: (61,5 - 77 Ω m), (34 - 57, 5 Ω m) berdasarkan hasil nilai resistivitas yang di peroleh, bahwa pada lintasan 1 (satu) dapat di indintifikasi dengan kondisi yang ada bahwa adanya pencemaran oleh air lindi yang mersap masuk ke dalam tanah.
2. Dari hasil pengolahan data dengan model 2D dengan menggunakan program Res2divn pada tiap-tiap kedalaman, dimana kedalaman yang di maksud: 1,25 m; 3,75 m; 6,37 m; 9,26 m; 12,44 m; 15,78 m; dan 19,78 m. pada lintasan md1 ini memberikan hasil gambaran sembaran lindi yang sudah mencemari lapisan tanah hingga pada tiap tiap kedalaman dan mengalir ke bagian elevasi yang terendah dari tumpukan sampah ke penampungan air lindi.

Kepada instansi terkait pengelola TPA (Dinas Lingkungan Hidup Kota Tidore) agar mengupayakan tindakan preventif baik teknis maupun no teknis sebagai upaya pencegahan pergerakan lindi didalam tanah yang dikhawatirkan dapat mencemari sistem air tanah. Mengfungsikan Kembali sumur uji pada TPA untuk mengontrol kualitas air tanah di lokasi TPA.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah berperan dalam penelitian analisis tingkat kepuasan penghuni terhadap kualitas lingkungan dan kualitas bangunan di rusunawa gamalama ternate, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- [1] Achmad Rahim, 2016. Kajian Hidrogeologi Pulau Ternate
- [2] Yatim Erni Mahluddin, Mukhlis, 2013. Pengaruh Lindi (Leachate) Sampah Terhadap Air Sumur Penduduk Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Air Dingin.
- [3] B, F, Muhammad, 2020. Penentuan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Sampah Dengan Menggunakan Sistem Informasi Dan Geografis (Sig) Di Kota Tidore Kepulauan Provinsi Maluku Utara.
- [4] Soemarto, C. D. 1987. Hidrologi Teknik. Usaha Nasional-Surabaya Indonesia.
- [5] Katiman, 2020 Analisis Potensi Pencemaran Air Bawah Tanah Dengan Metode Geolistrik Di Sekitar Lokasi Tpa Takome
- [6] Rezky Djulkarnain A. Karim, 2020. Analisis Tingkat Pencemaran Air Bawah Tanah Dengan Metode Geolistrik Tpa Takome Kota Ternate
- [7] Broto Surdaryo, Afifah Rohima Sera. 2008. Pengolahan Data Geolistrik dengan Metode Schlumberger.
- [8] Gusfan Halik, S Jojok Widodo. 2008. Pendugaan Potensi Air Tanah dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Kampus Tegal Boto Unitversitas Jember.

- [9] Hurun Nurisyadzatul. 2016. Analisis Data Geolistrik Resistivitas Untuk Pemodelan Struktur Geologi bawah Permukaan Gunung Lumpur Bangkalan
- [10] M Juandi. 2009. Analisa Pencemaran Air Tanah Berdasarkan Metode Geolistrik Studi Kasus Tempat Pembuangan Sampah Muara Fajar Kecamatan Rumbai.
- [11] M Juandi, Malik Usman, Leonardo Melki. 2018. Analisa Tempat Pencemaran Air Bawah Tanah dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru
- [12] Ngatimin S. N. Aminah, Syatrawati. 2019. Teknik Menanggulangi Pencemaran Tanah Pertanian A S Hornby. (2000). *Oxford Advanced Learner's Dictionary*. Oxford University Press