

**PERSEBARAN AIR LINDI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR
(TPA) BAKUNG MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK
TAHANAN JENIS PADA PERUMAHAN KETEGUHAN
PERMAI BANDAR LAMPUNG**

(Tesis)

Oleh

**ALICYA INMAS MAULADIKA
NPM. 1920011005**



**PROGRAM STRATA 2
PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PERSEBARAN AIR LINDI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) BAKUNG MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS PADA PERUMAHAN KETEGUHAN PERMAI BANDAR LAMPUNG

Oleh

ALICYA INMAS MAULADIKA

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bakung merupakan tempat pembuangan akhir sampah warga kota Bandar Lampung yang masih menggunakan metode pembuangan *open dumping*. Banyak efek buruk yang dirasakan oleh warga sekitar TPA Bakung yaitu warga Perumahan Keteguhan Permai akibat metode pembuangan sampah *open dumping* dan buruknya pengelolaan Instalansi Pengolahan Air Lindi (IPAL) TPA Bakung. Salah satu efek buruk yang dirasakan oleh warga adalah tercemarnya air tanah dangkal oleh air lindi yang berasal dari TPA. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persebaran air lindi pada daerah Perumahan Keteguhan Permai dan melihat bagaimana pengaruh pencemaran air lindi terhadap air sumur warga serta memberikan rekomendasi pengelolaan IPAL TPA Bakung agar tidak menimbulkan efek buruk bagi warga sekitarnya. Penelitian ini menggunakan metode geolistrik untuk mengetahui persebaran air lindi berdasarkan nilai resistivitas, serta pengambilan sampel air sumur warga untuk mengetahui nilai *Total Dissolved Solid* (TDS), *Chemical Oxygen Demand* (COD), Derajat Keasaman(pH) dan *Biological Oxygen Demand* (BOD). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai resistivitas air lindi adalah $>10 \Omega\text{m}$ serta tersebar ke arah tenggara dan selatan dari titik acuan yaitu IPAL TPA Bakung. Pengujian laboratorium terhadap 5 sumur warga menunjukkan bahwa sumur 5 (kedalaman 10 m) terindikasi tercemar air lindi. Langkah efektif yang dapat dilakukan dalam pengelolaan air lindi pada area TPA Bakung adalah melakukan penilaian indeks resiko TPA Bakung dan memperbaiki serta melengkapi sarana prasarana TPA Bakung termasuk IPAL TPA.

Kata kunci : geolistrik, resistivitas, *open dumping*, air lindi

ABSTRACT

LEACHATE WATER DISTRIBUTION IN BAKUNG FINAL WASTE DISPOSAL LOCATION USING RESISTANCE GEOELECTRIC METHODS IN KETEGUHAN PERMAI HOUSING BANDAR LAMPUNG

By

ALICYA INMAS MAULADIKA

The Bakung Final Disposal Site (TPA) is the final disposal location for Bandar Lampung city residents' waste . TPA Bakung still uses the open dumping as their waste management method. Resident of Keteguhan Permai Housing as the resident who lived around the TPA, experienced many bad effect because the bad of waste management in TPA Bakung. One of the bad effect is the contamination of shallow groundwater by leachate from the TPA. This study aims to determine the distribution of leachate in the Keteguhan Permai Residential area and see how leachate pollution affects residents' shallow water and provide recommendations for the management of TPA Bakung's leachate treatment plant. This study uses the geoelectrical method to determine the distribution of leachate based on resistivity values and well water sample of Keteguhan Permai Housing' resident to get the values of Total Dissolved Solid (TDS), Chemical Oxgen Demand (COD), Degree of Acidity (pH) and Biological Oxgen Demand (BOD). The results showed that the leachate resistivity value was $>10 \Omega\text{m}$ and the leachate was and spread to the southeast and south from the reference point, leachate treatment plant. The result of laboratory test of resident well water showed that well 5 (10 m depth) was indicated to be contaminated with leachate. Effective steps that can be taken in managing leachate in the TPA Bakung area are conducting a risk index assessment of the TPA Bakung and repairing and completing the infrastructure of the TPA Bakung including the Leachate Treatment Plant.

Keywords: geoelectricity, resistivity, open dumping, leachate

**PERSEBARAN AIR LINDI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA)
BAKUNG MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK
TAHANAN JENIS PADA PERUMAHAN KETEGUHAN PERMAI
BANDAR LAMPUNG**

Oleh

ALICYA INMAS MAULADIKA

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
MAGISTER LINGKUNGAN**

**Pada
Progam studi magister ilmi lingkungan
Pascasarjana multidisiplin universitas lampung**



**PROGRAM STRATA 2
PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Tesis

: PERSEBARAN AIR LINDI TEMPAT
PEMBUANGAN AKHIR (TPA)
BAKUNG MENGGUNAKAN METODE
GEOLISTRIK TAHANAN JENIS PADA
PERUMAHAN KETEGUHAN PERMAI
BANDAR LAMPUNG

Nama Mahasiswa

: Alicya Inmas Mauladika

Nomor Pokok Mahasiswa

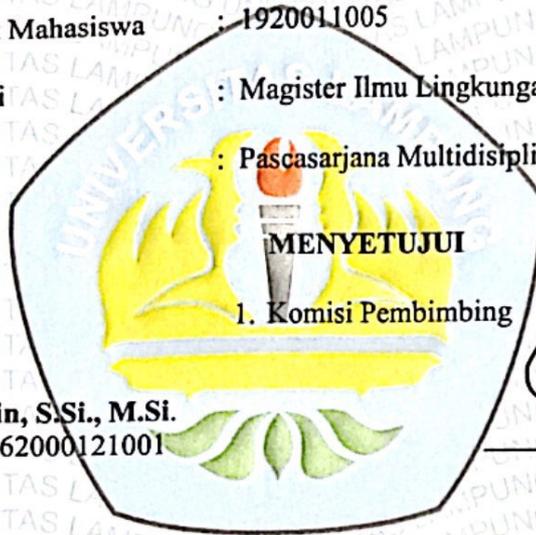
: 1920011005

Program Studi

: Magister Ilmu Lingkungan

Fakultas

: Pascasarjana Multidisiplin



Dr. Alimuddin, S.Si., M.Si.

NIP. 197206262000121001

Dr. Ir. M. Ach. Syamsul Arif, M.Sc.

NIP. 196104191985031004

Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si.

NIP. 196105051987031002

2. Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan

Universitas Lampung

Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si.

NIP. 196105051987031002

MENGESAHKAN

1. **Tim penguji**

Ketua

Dr. Alimuddin, S.Si. M.Si.

Sekretaris

Dr. Ir. M. Ach. Syamsul Arif, M.Sc.

Anggota

Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si.

Penguji

Bukan Pembimbing

Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T.

Anggota

Dr. Ir. Didin Wiharso, M.Si.

2. **Direktur Pascasarjana Universitas Lampung**



Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.

NIP 196403261989021001

Tanggal Lulus Ujian Tesis: 15 Juni 2023

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis dengan judul: **“PERSEBARAN AIR LINDI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) BAKUNG MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS PADA PERUMAHAN KETEGUHAN PERMAI BANDAR LAMPUNG”** adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya. Saya bersedia dan sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Juni 2023

Yang membuat pernyataan



Alicya Inmas Mauladika

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, 17 Agustus 1995, sebagai anak pertama dari 3 bersaudara dari pasangan Bapak Basuni dan Ibu Zuraidah Natalya. Sekolah Dasar diselesaikan di SD Kartika II-5 Bandar Lampung tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Bandar Lampung pada tahun 2010 dan Sekolah Menengah Atas di SMA YP Unila tahun 2013. Tahun 2013, Penulis diterima menjadi Mahasiswa Jurusan Teknik Geofisika Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan lulus pada tahun 2018. Tahun 2019, Penulis menjadi Mahasiswa Program Studi Magister Ilmu Lingkungan dan menyelesaikan studi pada tahun 2023.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim..

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa Allah swt. Berkat rahmat dan karuniaNya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Untuk ke dua orang tuaku dan ke dua adikku terimakasih atas semua yang telah dilakukan serta untuk doa terbaik yang tiada hentinya kalian panjatkan.

Untuk Anak dan Suamiku, terimakasih atas doa, semangat dan dukungan yang telah diberikan.

Terimakasih untuk semua angkatan MIL 2019 yang saya cintai. Semoga setiap langkah kita diberikan kemudahan dan keberkahan. Semoga sukses selalu.

Untuk bapak dan ibu dosen serta civitas akademika universitas lampung terimakasih untuk ilmu yang diberikan selama ini, semoga nantinya ilmu yang kalian berikan kepada saya bisa bermanfaat untuk orang banyak.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik. Tesis dengan judul **“Persebaran Air Lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bakung Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Pada Perumahan Keteguhan Permai Bandar Lampung”** ini adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Ilmu Lingkungan pada Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Pascasarjana Universitas Lampung.

Penyelesaian tesis ini tak luput banyak bantuan dari berbagai pihak yang telah memberikan bimbingan, motivasi serta dukungan moril dan materil. Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Alimuddin S.Si. M.Si., selaku pembimbing utama sekaligus pembimbing akademik atas ketersediannya memberikan bimbingan, arahan, motivasi serta kritik dan saran dalam proses penyelesaian tesis ini.
2. Bapak Dr. Ir. M. Ach. Syamsul Arif, M.Sc., selaku pembimbing ke dua atas ketersediaannya untuk memberikan bimbingan dan motivasi serta kritik dan saran dalam proses penyelesaian tesis ini.
3. Bapakj Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si., selaku pembimbing ke tiga sekaligus Ketua Program Magister Ilmu Lingkungan atas ketersediannya memberikan bimbingan dan motivasi dalam proses penyelesaian tesis ini.
4. Bapak Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si, M.T., selaku penguji utama tesis atas ketersediannya dalam memberikan masukan dan saran untuk penyempurnaan penelitian ini.

5. Bapak Dr. Ir. Didin Wiharso, M.Si., selaku penguji ke dua tesis atas ketersediannya dalam memberikan masukan dan saran untuk penyempurnaan penelitian ini.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si., selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung.
7. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Magister Ilmu Lingkungan 2019, terima kasih atas kebersamaan selama perkuliahan, yang telah berbagi pemikiran, motivasi, semangat serta terima kasih untuk suka duka dan canda tawa yang telah diberikan hingga penulis biasa menyelesaikan tesis ini.
8. Semua pihak yang telah membantu selama proses perkuliahan dari awal hingga akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semoga Tuhan selalu melindungi kita semua

Bandar Lampung, Juni 2023

Alicya Inmas Mauladika

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	i
DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR LAMPIRAN	iv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sampah.....	5
2.2 Metode Pembuangan <i>Open Dumping</i>	6
2.3 Air Lindi	6
2.4 Metode Geolistrik	9
2.4.1. Geolistrik Tahanan Jenis.....	9
2.4.2. Konfigurasi Wenner	10
2.4.3. Sifat Kelistrikan Batuan	11
2.5 Profil Daerah Penelitian	12
2.6 Geologi Regional Kota Bandar Lampung.....	14

2.7 Penelitian Terdahulu	15
--------------------------------	----

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	19
3.3 Data Penelitian	19
3.4 Tahapan Penelitian.....	20
3.5 Metode Analisis	22
3.6 Diagram Alir Penelitian	24

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Interpretasi Data Pengukuran Geolistrik.....	25
4.2 Interpretasi Hasil Uji Sumur	30
4.3 Analisis Pencemaran Air Lindi dan Rekomendasi Pengelolaan TPA	34

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Nilai Resistivitas Limbah (Wulandari, 2015)	8
2.2 Nilai Berbagai Jenis Batuan (Telford et al., 1990).....	12
2.3 Informasi TPA Bakung (DLH Kota Bandar Lampung).....	13
2.4 Hasil Penelitian Air Lindi Menggunakan Metode Geolistrik	16
3.1 Komponen, Jenis, Sumber Data dan Cara Pengambilan Data	19
3.2 Baku Mutu Parameter Air Limbah (PERMENLHK, 2016)	23
4.1 Interpretasi <i>Line</i> Pengukuran 1 pada Perumah Keteguhan Permai.....	26
4.2 Interpretasi <i>Line</i> Pengukuran 2 pada Perumah Keteguhan Permai.....	27
4.3 Interpretasi <i>Line</i> Pengukuran 3 pada Perumah Keteguhan Permai.....	29
4.4 Interpretasi <i>Line</i> Pengukuran 4 pada Perumah Keteguhan Permai.....	30
4.5 Hasil Pengujian TDS Air Sumur Warga Perumahan Keteguhan	31
4.6 Hasil Pengujian COD Air Sumur Warga Perumahan Keteguhan	32
4.7 Hasil Pengujian pH Air Sumur Warga Perumahan Keteguhan	33
4.8 Hasil Pengujian BOD Air Sumur Warga Perumahan Keteguhan	34
4.9 Hasil Pengujian Air Sungai Perumahan Keteguhan.....	38
4.10 Kelengkapan Sarana dan Prasarana TPA Bakung	42
4.11 Alternatif 1 Pengolahan Lindi (PerMen PUPR No.03/PRT/M/13)	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Kerangka Pemikiran Penelitian Pencemaran Air Lindi TPA	4
2.1 Konfigurasi Wenner (Manrulu dkk., 2018).....	11
2.2 Struktur Organisasi TPA Bakung Kota Bandar Lampung.....	14
2.3 Peta Geologi Lembar Tanjung Karang (Mangga dkk., 1993).....	15
3.1 Daerah Penelitian di Kelurahan Keteguhan, Kota Bandar Lampung	17
3.2 Area Akusisi Data Geolistrik Perumahan Keteguhan Permai.....	18
3.3 Kontur Daerah TPA Bakung dan Perumahan Keteguhan Permai.....	18
3.4 Peta Desain Pengukuran Geolistrik pada Perumahan Keteguhan.....	20
3.5 Peta Desain Pengambilan Sampel Sumur Warga Perumahan Keteguhan Permai	21
3.6 Contoh Penampang 2D Data Geolistrik.....	23
3.7 Diagram Alir Penelitian Persebaran Air Lindi pada TPA Bakung	24
4.1 Penampang 2D <i>Line</i> Pengukuran 1 Perumahan Keteguhan Permai.....	25
4.2 Penampang 2D <i>Line</i> Pengukuran 2 Perumahan Keteguhan Permai (1).....	26
4.3 Penampang 2D <i>Line</i> Pengukuran 2 Perumahan Keteguhan Permai (2).....	27
4.4 Penampang 2D <i>Line</i> Pengukuran 3 Perumahan Keteguhan Permai	28
4.5 Penampang 2D <i>Line</i> Pengukuran 4 Perumahan Keteguhan Permai	29
4.6 Hasil Pengujian TDS Air Sumur Warga Perumahan Keteguhan	30

4.7 Hasil Pengujian COD Air Sumur Warga Perumahan Keteguhan	31
4.8 Hasil Pengujian pH Air Sumur Warga Perumahan Keteguhan	32
4.9 Hasil Pengujian BOD Air Sumur Warga Perumahan Keteguhan	33
4.10 Cross Section pada <i>Line</i> Pengukuran 1 dan 3	35
4.11 Persebaran Air Lindi Berdasarkan Nilai Resistivitas	35
4.12 Persebaran Air Lindi Berdasarkan Nilai TDS Sumur Warga.....	36
4.13 Persebaran Air Lindi Berdasarkan Nilai COD Sumur Warga.....	37
4.14 Persebaran Air Lindi Berdasarkan Nilai BOD Sumur Warga.....	37
4.15 Nilai COD dan BOD Sumur 5 yang Terletak pada Line 1	38
4.16 Sedimentasi Sungai TPA Bakung.....	38
4.17 Kondisi IPAL TPA Bakung	39
4.18 <i>Existing</i> IPAL TPA Bakung (DPU Kota Bandar Lampung).....	45

**ANALISIS PERSEBARAN AIR LINDI TEMPAT
PEMBUANGAN AKHIR (TPA) BAKUNG MENGGUNAKAN
METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS PADA
PERUMAHAN KETEGUHAN PERMAI BANDAR LAMPUNG**

(Tesis)

Oleh

**ALICYA INMAS MAULADIKA
NPM. 1920011005**



**PROGRAM STRATA 2
PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengelolaan sampah yang buruk merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang masih sering terjadi di Indonesia. Sampah yang dihasilkan dari hasil kegiatan manusia sehari-hari akan diangkut, kemudian dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Selanjutnya, sampah tersebut akan dikelola sesuai dengan sistem yang dipakai di TPA. Di Indonesia, sistem pembuangan yang paling banyak dipakai adalah sistem *open dumping* (pembuangan terbuka), padahal sistem ini merupakan sistem yang sudah lama ditinggalkan oleh negara-negara lain karena besarnya resiko pencemaran lingkungan yang ditimbulkan. Pemerintah melalui Undang-Undang sendiri telah mengatur tentang sistem *open dumping*, sebagaimana yang tertuang pada UU No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. Salah satu TPA yang masih menggunakan sistem pembuangan terbuka ini adalah TPA Bakung yang terletak di Kota Bandar Lampung. Sistem pengelolaan sampah secara *open dumping* menimbulkan banyak efek negatif terutama bagi lingkungan dan masyarakat sekitar TPA. TPA yang dioperasikan secara *open dumping* akan menghasilkan produk sampingan berupa gas metana dan cairan lindi.

TPA Bakung terletak di Jalan Tulung Buyut Kelurahan Bakung, Kecamatan Teluk Betung Barat, Kota Bandar Lampung. Berdasarkan data dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Bandar Lampung, TPA Bakung mulai beroperasi pada tahun 1994 dan memiliki luas 14,2 hektar. TPA ini menampung sekitar 800 ton sampah per hari yang diangkut oleh 100 armada pengangkut sampah milik Dinas Lingkungan Hidup. Sampah yang semakin menggunung menyebabkan sekitar 90% daerah TPA tersebut tertutup timbunan sampah. Salah satu permasalahan yang terjadi di TPA

Bakung berasal dari produk sampingan sampah tersebut yaitu air lindi. Air lindi adalah cairan yang merembes melalui tumpukan sampah dengan membawa material terlarut hasil dari dekomposisi materi sampah tersebut. Air lindi yang berasal dari sampah di TPA Bakung dialirkan menuju Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) yang berada di dekat Perumahan Keteguhan Permai. Lokasi IPAL tersebut juga terletak berdekatan dengan sungai yang berada di lingkungan Perumahan.

Kurangnya perhatian terhadap perawatan IPAL pada TPA bakung terlihat dari tebalnya sedimen pada bendungan IPAL. Tebalnya sedimen pada IPAL tersebut menyebabkan air lindi yang berasal dari TPA tidak sepenuhnya masuk ke dalam IPAL melainkan langsung mengalir ke sungai dan meresap ke dalam tanah. Resapan air lindi ke dalam tanah berpotensi terhadap dampak penurunan kualitas air tanah dangkal. Air tanah dangkal tersebut dimanfaatkan oleh warga sekitar untuk keperluan rumah tangga melalui sumur. Kedalaman air sumur penduduk pada area perumahan Keteguhan tersebut adalah 10-20 meter. Tercemarnya air tanah dangkal tersebut oleh air lindi akan mempengaruhi kualitas sumber air sumur warga. Hal ini membuat masyarakat sekitar TPA Bakung mengeluhkan kondisi air sumur yang tidak dapat dimanfaatkan sebagai sumber air bersih untuk keperluan rumah tangga mereka.

Perlu dilakukan penelitian mengenai penyebaran pencemaran air lindi pada air tanah dangkal di perumahan Keteguhan Permai berdasarkan penjelasan yang telah dijabarkan di atas. Penelitian mengenai pencemaran air lindi tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis. Prinsip dari metode ini adalah mengukur variasi hantaran arus listrik vertikal dan horisontal sebagai penunjuk posisi, batas dan hambatan semu dari berbagai keadaan bawah permukaan. Pada penelitian yang pernah dilakukan oleh Hakim, dkk (2017), resistivitas air lindi berada pada nilai resistivitas rendah yaitu $<10 \Omega\text{m}$.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana persebaran air lindi yang berasal dari TPA Bakung mencemari daerah Perumahan Keteguhan Permai.
2. Bagaimana pengaruh pencemaran air lindi terhadap air sumur warga perumahan Perumahan Keteguhan Permai.
3. Bagaimana keefektivitasan IPAL dalam pengelolaan air lindi TPA Bakung.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis persebaran air lindi pada daerah perumahan warga sekitar TPA Bakung.
2. Menganalisis pengaruh pencemaran air lindi terhadap air sumur warga perumahan sekitar TPA Bakung.
3. Merekomendasikan bentuk pengelolaan air lindi pada area TPA dan pola kebijakan pemenuhan hak masyarakat terhadap kebutuhan air bersih yang layak pakai.

1.4. Manfaat Penelitian

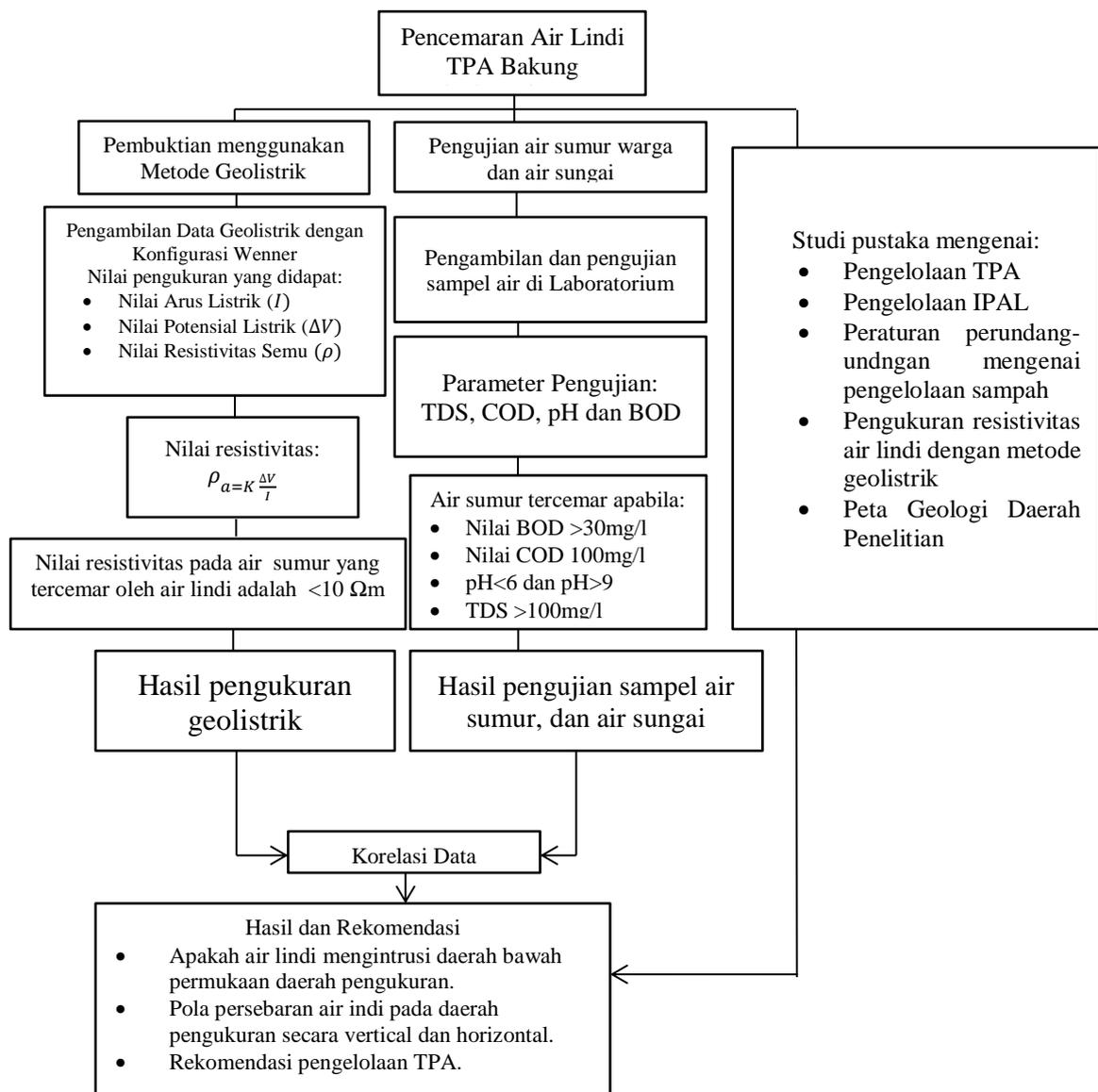
Manfaat dari penelitian ini adalah:

Sebagai informasi mengenai pola persebaran air lindi yang berasal dari sampah TPA Bakung serta pengaruhnya terhadap air sumur warga perumahan sekitar TPA. Selain itu penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi mengenai bentuk pengelolaan air lindi pada area TPA dan pola kebijakan pemenuhan hak masyarakat terhadap kebutuhan air bersih yang layak pakai.

1.5. Kerangka Pemikiran

TPA Bakung merupakan TPA yang menerapkan sistem pembuangan secara *open dumping*. Sistem *open dumping* ini sendiri memiliki beberapa efek negatif salah

satunya adalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh produk sampingan dari sampah yaitu air lindi. Pengelolaan IPAL yang tidak baik menyebabkan pengolahan air lindi pada kolam tidak berjalan dengan baik, sehingga air lindi yang mengandung limbah logam berat langsung mengalir ke sungai yang berada di perumahan warga sekitar TPA yaitu Perumahan Keteguhan Permai. Penelitian ini akan menggunakan metode geolistrik dalam pengambilan data pola persebaran air lindi pada perumahan warga sekitar TPA yang kemudian akan dikorelasikan dengan data sample sumur hasil pengukuran di laboratorium. Nilai resistivitas air lindi adalah $<10 \Omega\text{m}$. Adapun kerangka pemikiran pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 1.1 Kerangka Pemikiran Penelitian Pencemaran Air Lindi TPA Bakung

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sampah

Setiap hari manusia memproduksi sampah hasil dari aktivitas sehari-hari. Sampah memberikan banyak sekali dampak, baik terhadap manusia maupun lingkungan (Yusmiati, 2017).

1. Dampak terhadap Kesehatan.

Lokasi dan pengelolaan sampah yang kurang memadai (pembuangan sampah tidak terkontrol) merupakan tempat yang cocok bagi beberapa organisme dan menarik bagi berbagai macam binatang seperti lalat dan anjing yang dapat menjangkit penyakit.

2. Dampak terhadap Lingkungan

Cairan rembesan sampah yang masuk ke dalam drainase atau sungai akan mencemari air. Berbagai organisme termasuk ikan dapat mati sehingga beberapa spesies akan lenyap, hal ini mengakibatkan berubahnya ekosistem perairan biologis.

3. Dampak terhadap Keadaan Sosial dan Ekonomi

- a. Pengolahan sampah yang kurang baik akan membentuk lingkungan yang kurang menyenangkan bagi masyarakat: dengan bau yang tidak sedap dan pemandangan yang buruk karena sampah bertebaran di mana-mana.
- b. Memberikan dampak negatif bagi kepariwisataan.
- c. Pengelolaan sampah yang tidak memadai menyebabkan rendahnya tingkat kesehatan masyarakat.
- d. Pembuangan sampah padat ke badan air dapat menyebabkan banjir dan akan memberikan dampak bagi fasilitas pelayanan umum seperti jalan, jembatan drainase, dan lain-lain.

- e. Infrastruktur lain dapat juga dipengaruhi oleh pengelolaan sampah yang tidak memadai, seperti tingginya biaya yang diperlukan untuk pengelolaan air. Jika sarana penampungan sampah yang kurang atau tidak efisien, orang akan cenderung membuang sampahnya di jalan. Hal ini mengakibatkan jalan perlu lebih sering dibersihkan dan diperbaiki.

2.2. Metode Pembuangan *Open Dumping*

Di Indonesia, metode pembuangan sampah yang umum digunakan adalah metode *open dumping*, yaitu sistem pembuangan sampah dengan cara membuang sampah begitu saja di tanah lapang terbuka tempat pembuangan akhir tanpa adanya tindak lanjut (Prajawita, 2020). Pengadaan TPA secara *open dumping* menimbulkan banyak efek negatif terutama bagi lingkungan dan masyarakat sekitar TPA. TPA yang dioperasikan secara *open dumping* akan menghasilkan produk sampingan berupa gas dan cairan lindi. Air lindi dari kawasan TPA jika tidak dikelola dan diolah dengan baik dapat mencemari air tanah maupun air permukaan yang berada di sekitarnya. Lindi yang timbul di TPA sangat mungkin mencemari lingkungan sekitarnya baik berupa rembesan dari dasar TPA yang mencemari air tanah di bawahnya. Lindi (*leachate*) merupakan air limbah yang mengandung zat organik, nitrogen dan pospor yang sangat tinggi, di mana zat-zat tersebut merupakan pencemar di lingkungan makhluk hidup terletak di kemiringan, kecepatan aliran air tanah akan cukup tinggi sehingga memungkinkan terjadi cemaran terhadap sumur penduduk yang terletak pada elevasi yang lebih rendah. Selain itu, cairan lindi yang masuk ke dalam drainase atau sungai akan mencemari air. Berbagai organisme termasuk ikan dapat mati sehingga beberapa spesies akan lenyap, hal ini mengakibatkan berubahnya ekosistem perairan biologis (Saepudin dan Amalia, 2016).

2.3. Air Lindi

Air lindi merupakan limbah cair yang berasal dari sampah basah atau sampah organik yang terkena air hujan. Jika air lindi tersebut tidak diolah dengan baik maka

dapat menyebar ke dalam tanah dan akan masuk ke lapisan air tanah sehingga dapat mencemari kualitas air tanah. Thomas dan Santoso (2019) mengemukakan air lindi yang berada di permukaan tanah dapat menimbulkan beberapa polusi pada air tanah dan air permukaan sebagai berikut:

- a. Air permukaan yang terpolusi oleh air lindi dengan kandungan zat organik tinggi, pada proses penguraian secara biologis akan menghabiskan kandungan oksigen dalam air dan akhirnya seluruh kehidupan dalam air yang tergantung oleh keberadaan oksigen terlarut akan mati.
- b. Air tanah yang terpolusi oleh air lindi dengan konsentrasi tinggi, maka polutan tersebut akan beraada dan tetap ada pada air tanah tersebut dalam jangka waktu yang lama, karena terbatasnya oksigen terlarut sehingga sumber air yang berasal dari airtanah tidak sesuai lagi untuk air bersih.

Berikut ini merupakan beberapa penjelasan parameter pengukuran air lindi :

- *Biological Oxygen Demand* (BOD) merupakan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Santoso, 2018). Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, melainkan hanya mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mendekomposisi bahan organik tersebut (Wulandari, 2018). Proses dekomposisi bahan organik ini diartikan bahwa mikroorganisme memperoleh energi dari proses oksidasi dan memakan bahan organik yang terdapat di perairan. Mengetahui nilai BOD di perairan dapat bermanfaat untuk mendapatkan informasi berkaitan tentang jumlah beban pencemaran yang terdapat di perairan akibat air buangan penduduk atau industri, dan untuk merancang sistem pengolahan biologis di perairan yang tercemar tersebut (Daironi dan Arisandi, 2020).
- *Chemical Oxygen Demand* (COD), menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik secara kimiawi. COD atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar limbah organik yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Nilai COD merupakan ukuran bagi tingkat pencemaran oleh bahan organik. Kadar COD dalam air limbah berkurang seiring dengan berkurangnya konsentrasi bahan organik yang

terdapat dalam air limbah, konsentrasi bahan organik yang rendah tidak selalu dapat di reduksi dengan metode pengolahan yang konvensional (Rachmawati, 2017).

- Derajat Keasaman (pH), kondisi pH pada air lindi adalah netral. Hal tersebut dikarenakan proses dekomposisi bahan organik akan lebih cepat apabila dalam kondisi pH netral (Effendi, 2003).
- *Total Dissolved Solid* (TDS), merupakan benda padat yang terlarut yaitu semua mineral, garam, logam, serta kation-anion yang terlarut di air. Termasuk semua yang terlarut di luar molekul air murni (H₂O). Secara umum, konsentrasi benda-benda padat terlarut merupakan jumlah antara kation dan anion didalam air (Wibowo dan Rachman, 2020). Apabila TDS bertambah, maka kesadahan akan bertambah pula, dan akan mempengaruhi daya hantar listrik. Semakin banyak ion bermuatan listrik, maka akan mempengaruhi dan mempermudah daya hantar listrik (Angrianto dkk., 2021).

Selain parameter-parameter tersebut, salah satu sifat fisika air yang biasa digunakan untuk menentukan polutan dalam air yaitu resistivitas listrik. Karakteristik air lindi dapat dilihat dari nilai resistivitasnya yang kurang dari 10 Ω m. Berikut merupakan nilai resistivitas beberapa jenis limbah dari beberapa penelitian yang dirangkum oleh Wulandari (2015).

Tabel 2.1 Nilai Resistivitas Limbah (Wulandari, 2015)

Jenis Limbah	Resistivitas (Ω m)
Sampah pada pasir	41,61 – 81
Sampah pada tanah	10,4 - 31,9
Akuifer tercemar	1,23 - 1,81
Polutan cair (oli) pada pasir	2,09-4,63
Pasir besi pada lempung	172-359
Polutan pada pasir	89,3-457
Air tanah tercemar	<8

2.4. Metode Geolistrik

Metode Geolistrik adalah salah satu metode dalam geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi. Tujuan dari metode ini adalah untuk memperkirakan sifat kelistrikan medium atau formasi di bawah permukaan yang berhubungan dengan kemampuan untuk menghantarkan atau menghambat listrik (konduktivitas atau resistivitas). Pendeteksian di atas permukaan meliputi pengukuran medan potensial, arus, dan elektromagnetik yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat penginjeksian arus ke dalam bumi, Reynolds (1997) dalam Hakim, dkk (2017).

Metode geolistrik menurut Reynolds (1997) dalam Hakim, dkk (2017), merupakan metode geofisika yang dapat menggambarkan keberadaan batuan atau mineral di bawah permukaan berdasarkan sifat kelistrikan dari batuan atau mineralnya. Sifat-sifat kelistrikan batuan dibagi dalam beberapa jenis, di antaranya tahanan jenis (*resistivity*) dan polarisasi. Tahanan jenis merupakan hambatan dari batuan terhadap aliran listrik, sedangkan polarisasi adalah kemampuan batuan untuk menciptakan atau menyimpan sementara energi listrik, umumnya lewat proses elektrokimia.

2.4.1. Geolistrik Tahanan Jenis

Persebaran air lindi dapat dilihat dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis (resistivitas). Geolistrik tahanan jenis merupakan salah satu metode dalam geofisika yang mempelajari sifat resistivitas (tahanan jenis) listrik dari lapisan batuan di bawah permukaan bumi. Jenis lapisan batuan dapat diketahui dari perbedaan sifat kelistrikan batuan tersebut yaitu dengan cara mengalirkan arus listrik ke dalam bumi kemudian dihitung tahanan jenis dari setiap lapisan batuan tersebut. Prinsip dari metode ini adalah mengukur variasi hantaran arus listrik vertikal dan horisontal sebagai penunjuk posisi, batas dan hambatan semu dari berbagai keadaan bawah permukaan. Metode ini juga dapat digunakan untuk mengetahui adanya air tanah dan kontruksi lapisan tanah. Berdasarkan studi

pustaka dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Arsyadi dkk., (2017) dan Simanjuntak (2021), nilai resistivitas air lindi berkisar di bawah 10 Ω m.

Tiap lapisan penyusun bumi merupakan suatu material batuan yang mempunyai hambatan jenis berbeda. Menurut Reynolds (1997) dalam Hakim dkk., (2019), besar hambatan jenis tiap batuan ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

- a. Kandungan air kandungan air yang ada di dalam batuan akan menurunkan harga resistivitas sehingga nilai daya hantar listrik pada batuan tersebut akan semakin besar.
- b. Porositas batuan Batuan yang pori-porinya terisi air mempunyai tahanan jenis yang lebih rendah daripada batuan yang kering.
- c. Kelarutan garam dalam air di dalam batuan Kelarutan garam dalam air di dalam batuan, akan mengakibatkan meningkatnya kandungan ion dalam air sehingga tahanan jenis menjadi rendah (berfungsi sebagai konduktor).

Mekanisme pengukuran yang digunakan adalah dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi melalui elektroda arus, kemudian kuat arus maupun beda potensial yang terjadi di permukaan bumi diukur Resistivitas semu lapisan batuan bawah permukaan (ρ_a) dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots(i)$$

di mana,

ρ = Resistivitas

K = Faktor geometri konfigurasi elektroda yang digunakan

ΔV = Beda Potensial

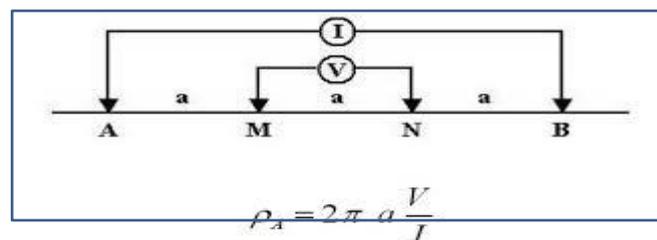
I = Arus

2.4.2. Konfigurasi Wenner

Konfigurasi Wenner merupakan salah satu konfigurasi yang sering digunakan dalam eksplorasi geolistrik dengan jarak antar elektroda yang sama, di mana C1 dan C2 adalah elektroda arus serta P1 dan P2 adalah elektroda potensial. Hubungan antara beda potensial, kuat arus dan konstanta geometri akan menghasilkan nilai tahanan jenis. Tahanan jenis yang terukur bukanlah tahanan

jenis yang sesungguhnya, melainkan tahanan jenis semu. Hal ini bisa terjadi karena bumi merupakan medium tidak homogen yang terdiri dari berbagai lapisan batuan dengan tahanan jenis yang berbeda-beda sehingga mempengaruhi potensial listrik yang terukur.

Konfigurasi Wenner mempunyai keunggulan dalam tingkat sensitivitas terhadap pengaruh non-homogenitas benda di bawah permukaan bumi secara lateral dan memiliki resolusi vertikal yang bagus. Sehingga konfigurasi Wenner ini cocok digunakan untuk mengidentifikasi jenis batuan di bawah permukaan bumi pada setiap lapisan.



Gambar 2.1 Konfigurasi Wenner (Manrulu dkk., 2018)

Untuk konfigurasi Wenner, jarak antar elektroda dibuat sama sehingga nilai faktor geometri dapat dihitung dari persamaan berikut:

$$K = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{AM} + \frac{1}{NB}\right) - \left(\frac{1}{AN} + \frac{1}{MB}\right)} = 2\pi a \dots\dots\dots(ii)$$

Di mana $a = AM = MN = NB$ yang menyatakan jarak spasi antar elektroda.

2.4.3 Sifat Kelistrikan Batuan

Saat suatu batuan dialiri arus listrik, maka saat itu pula muncul pula sifat kelistrikan batuan. Batuan akan menjadi medium penghantar arus listrik yang memiliki nilai tahanan jenis tertentu. Tahanan jenis merupakan parameter dari setiap material yang nilainya konstan. Tahanan jenis menunjukkan kemampuan material tersebut untuk dapat menghambat aliran arus listrik. Sifat tahanan jenis batuan dibagi menjadi 3 bagian antara lain:

- a. Resistif : nilai resistivitas $> 10^7 \Omega\text{m}$
- b. Semikonduktif : nilai resistivitas $1 - 10^7 \Omega\text{m}$
- c. Konduktif : nilai resistivitas $10^{-8} - 1 \Omega\text{m}$

Berikut tabel yang menunjukkan nilai resistivitas berbagai jenis batuan dan mineral menurut (Telford,1990).

Tabel 2.2 Nilai Resistivitas Berbagai Jenis Batuan (Telford et al., 1990)

Material	Resistivitas Ωm
Lempung/ <i>Clay</i>	1 – 100
Kuarsa	$10 - 2 \times 10^8$
Batu pasir	50 – 500
Tufa Vulkanik	20 – 200
Breksi	>250
Air Tanah	10 – 100

2.5. Profil Daerah Penelitian

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bakung merupakan satu-satunya TPA di Kota Bandar Lampung yang telah didirikan sejak Tahun 1994. Luas total lahan yang digunakan sebagai lokasi pembuangan sampah adalah 14 Ha di mana lahan tersebut merupakan jenis lahan dengan permukaan datar dan kedalaman lahan <5 meter sehingga di kategorikan kedalam TPA jenis dangkal (*shallows*) (BAPPEDA Provinsi Lampung, 2015). Sampah yang masuk ke TPA Bakung milik Kota Bandar Lampung mencapai 800 ton per hari, dengan komposisi sampah 60% merupakan sampah anorganik didominasi sampah plastik dan 40% sampah organik (Ajrina dkk., 2019).

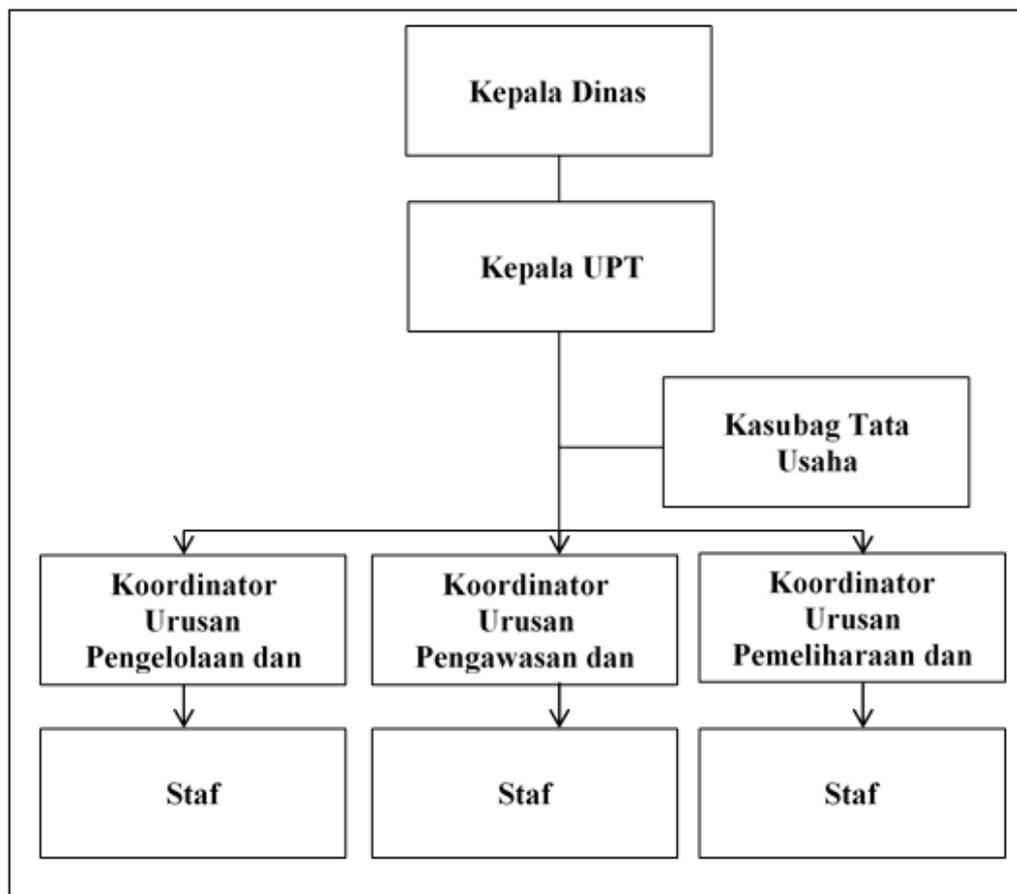
Peraturan Menteri PUPR No. 03 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Rumah Tangga Pasal 35 menyatakan bahwa

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) yang akan dibangun harus lebih dari 1 km dari permukiman dengan pertimbangan kemungkinan pencemaran namun kenyataannya pada jarak 300 m di sekitar TPA Bakung telah berdiri permukiman sehingga dikhawatirkan air lindi terindikasi mencemari air tanah warga.

Penyelidikan yang dilakukan pada penelitian ini adalah penyelidikan menggunakan metode geolistrik untuk mengetahui intrusi air lindi yang terjadi pada air tanah dangkal warga Perumahan Keteguhan Permai. Di mana daerah perumahan ini terletak berdampingan dengan TPA Bakung. Kedalaman sumur yang banyak digunakan oleh warga perumahan adalah ≥ 25 meter karena kedalaman sumur kurang dari ≥ 25 meter telah tercemar oleh air lindi yang berasal dari sampah TPA Bakung. Selain itu warga perumahan juga banyak yang menggunakan air PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) sebagai sumber air untuk keperluan rumah tangga mereka.

Tabel 2.3 Informasi TPA Bakung (Dinas Lingkungan Hidup Kota Bandar Lampung)

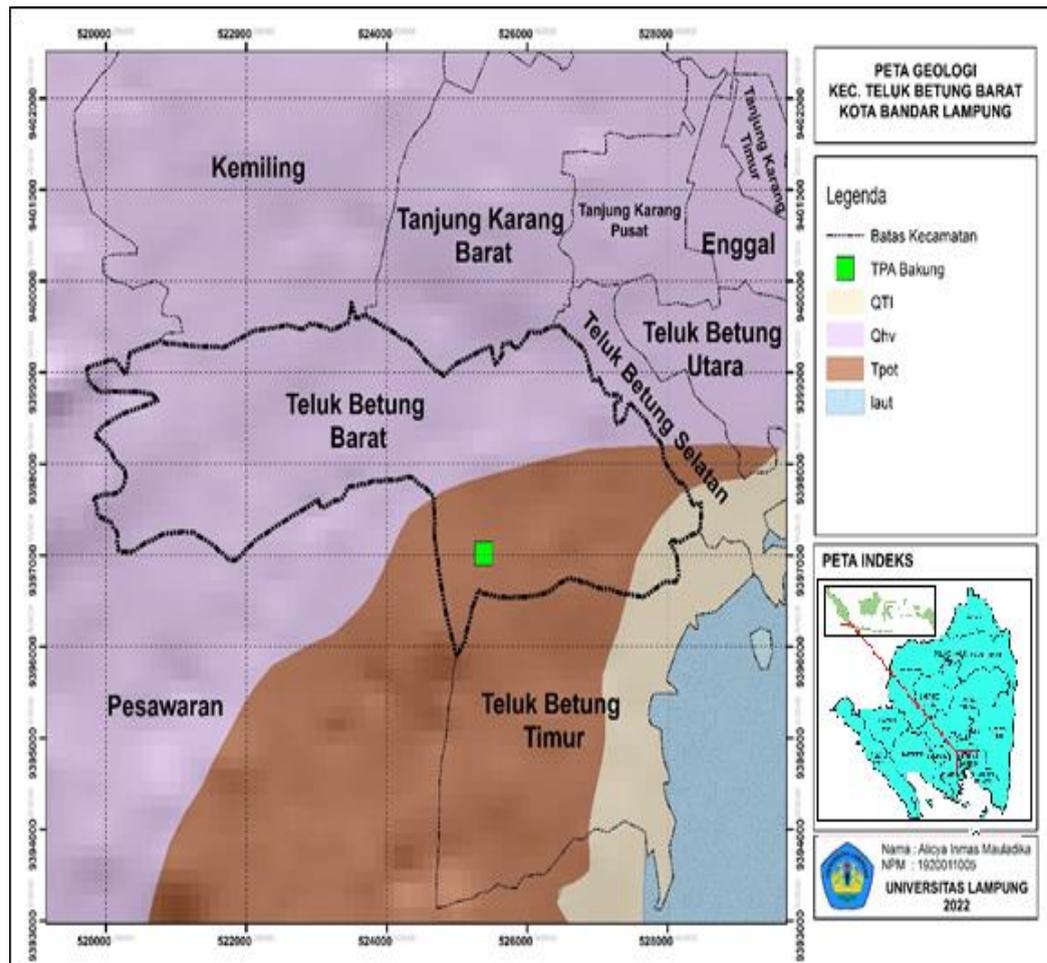
1	Nama Tempat Pembuangan Akhir	Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bakung
2	Lokasi	Jalan Tulung Buyut Kelurahan Bakung, Kecamatan Teluk Betung Barat, Kota Bandar Lampung.
3	Jumlah Sampah Per-Hari	800 Ton
4	Dinas Pengelola	Dinas Lingkungan Hidup Kota Bandar Lampung
5	Tahun didirikan	1994
6	Luas Lahan	14 Ha
7	Tipe Pengelolaan	<i>Open Dumping</i>
8	Jenis dan Jumlah Kendaraan Pengangkut	a. <i>Dump Truck</i> = 78 Buah b. <i>Amroll Truck</i> = 32 Buah
9	Pengelolaan Tinja	Ada
10	Pengelolaan Air Lindi	Ada



Gambar 2.2 Struktur Organisasi TPA Bakung Kota Bandar Lampung

2.6. Geologi Regional Kota Bandar Lampung

Berdasarkan peta Geologi Lembar Tanjung Karang skala 1 : 250.000 yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (Mangga dkk., 1993), secara regional formasi batuan daerah penyelidikan dan sekitarnya termasuk ke dalam batuan produk gunung api Formasi Tarahan (Tpot) yaitu berupa tuf padu, breksi dengan sisipan rijang. Berikut peta geologi daerah penelitian yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.3 Peta Geologi Regional Lembar Tanjung Karang (Mangga dkk., 1993)

2.7. Penelitian Terdahulu

Sebelum dilakukannya penelitian ini, penulis telah melakukan studi pustaka terhadap beberapa jenis penelitian yang sama. Penelitian yang ditelaah merupakan penelitian yang telah dilakukan selama lima tahun terakhir. Berikut tabel yang menunjukkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

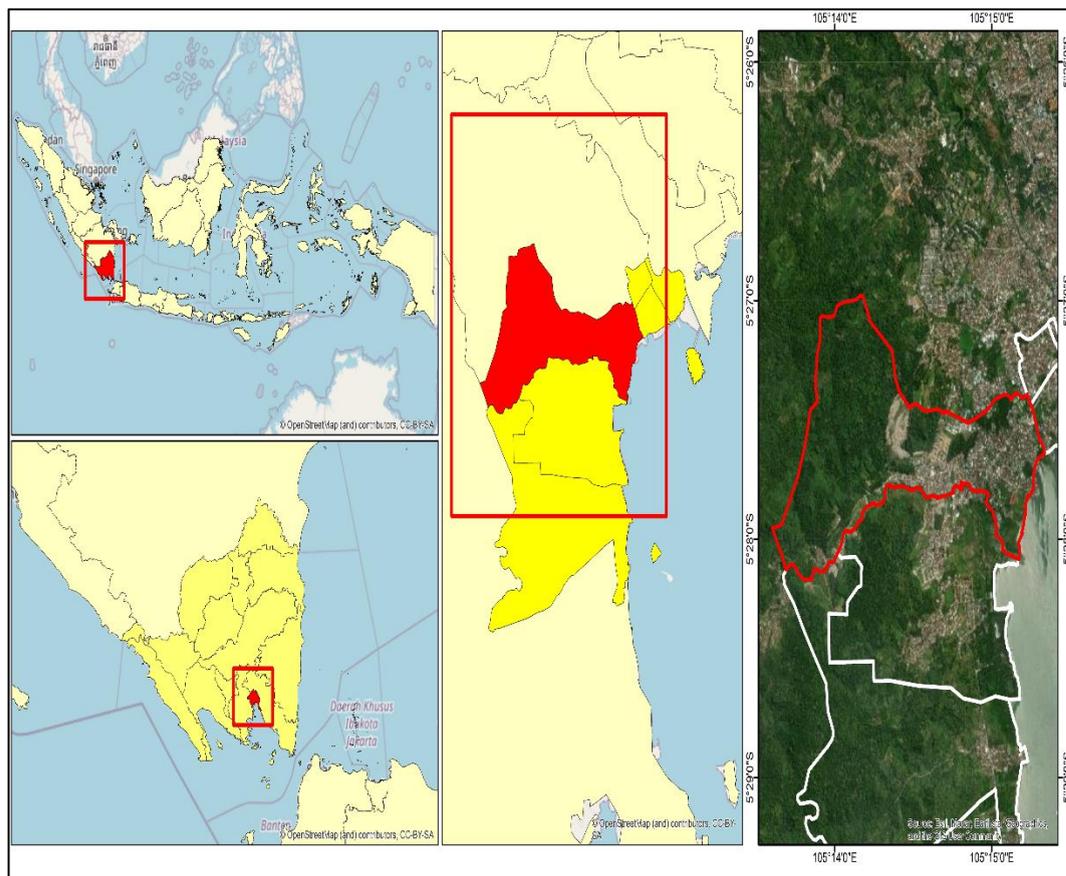
Tabel 2.4 Hasil Penelitian Air Lindi Menggunakan Metode Geolistrik Terdahulu

No.	Judul Penelitian	Tahun Penelitian	Penulis	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Studi Sebaran Air Lindi Berdasarkan Korelasi Data Resistivitas 2D, Data Uji Laboratorium dan Data Pemboran TPA Ngipik Kabupaten Gresik	2017	1. Ahmad Qomaruddin Arsyadi 2. Dwa Desa Warnana 3. Nila Sutra 4. Ria Asih Aryani Soemitro	Metode Geolistrik Konfigurasi <i>Wenner-Schlumberger</i>	Daerah intrusi air lindi ditunjukkan pada resistivitas 0,1 - 1.5 Ω m.
2.	Studi Akumulasi Rembesan Air Lindi dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi <i>Wenner Mapping</i>	2017	1. Arif Rahman Hakim 2. Hairunisa 3. Nurjumiyati	Metode Geolistrik Konfigurasi <i>Wenner Mapping</i>	Daerah intrusi air lindi ditunjukkan pada resistivitas 0,74 - 5,32 Ω m
3.	Penerapan Metode Geolistrik Konfigurasi <i>Wenner Mapping</i> untuk Mengetahui Rembesan Air Lindi Di TPA Talang Gulo Jambi	2018	1. Dian Parilia Pratiwi 2. Nova Susanti Ira Kusuma Dewi.	Metode Geolistrik Konfigurasi <i>Wenner Mapping</i>	Daerah intrusi air lindi ditunjukkan pada resistivitas 0,0288 - 1,50 Ω m.
4.	Analisis Deliniasi Lindi TPA Gampong Jawa Berdasarkan Permodelan 2D Resistivitas dengan Metode Geolistrik	2018	1. Bella Fitria 2. Intan Maharani 3. Lukmanul Sugiyanto	Metode Geolistrik Konfigurasi <i>Wenner-Schlumberger</i>	Daerah intrusi air lindi ditunjukkan pada resistivitas 0,1 - 0,4 Ω m.
5.	Penentuan Sebaran Lindi dengan Menggunakan Metode Geolistrik <i>Konfigurasi Wenner</i> dan Uji Geokimia di TPA Muara Fajar	2021	1. Helen Ronauli Simanjuntak 2. Antonius Surbakti	Metode Geolistrik Konfigurasi <i>Wenner</i>	Daerah intrusi air lindi ditunjukkan pada resistivitas 0,729 - 4,38 Ω m.

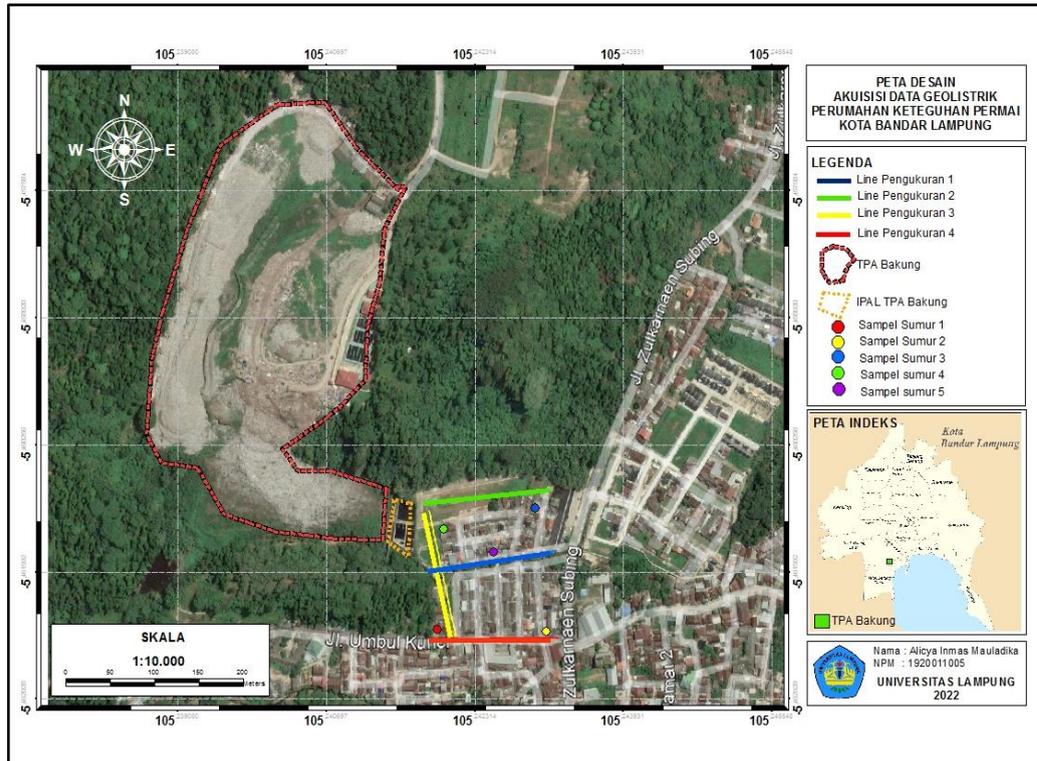
III. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

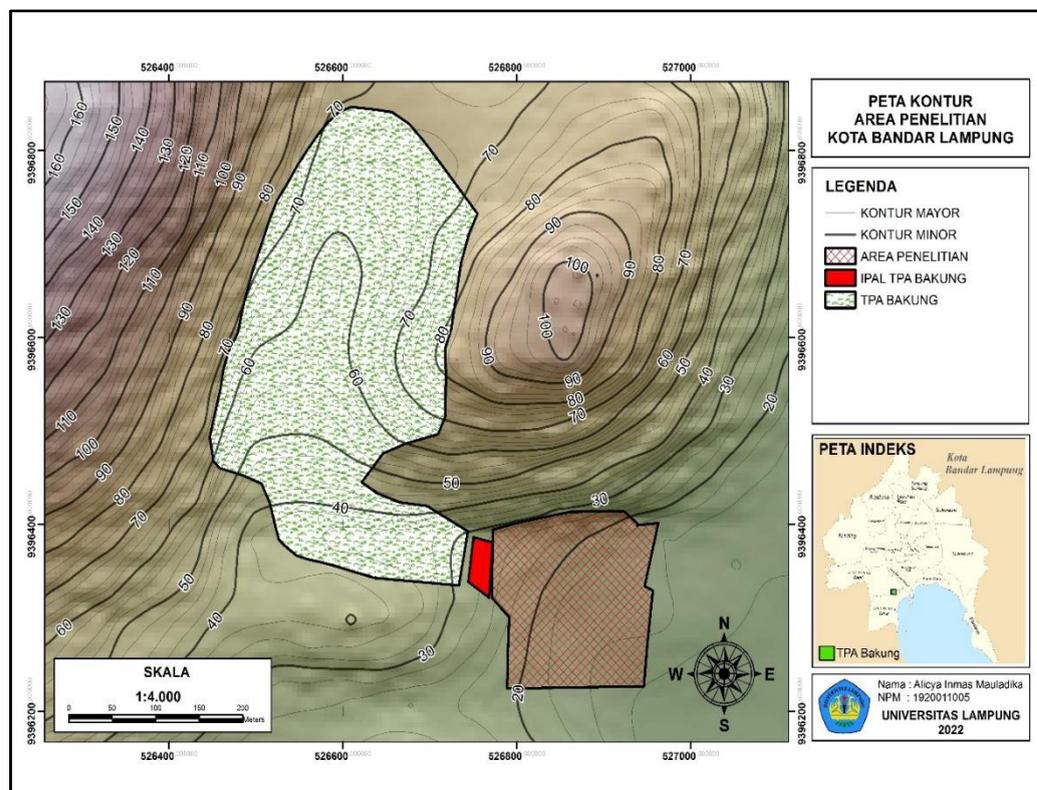
Penelitian ini dilaksanakan di Perumahan Keteguhan Permai, Kelurahan Keteguhan, Kecamatan Telukbetung Barat, Kota Bandar Lampung. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.1 Daerah Penelitian di Kelurahan Keteguhan, Kota Bandar Lampung



Gambar 3.2 Area Akuisisi Data Geolistrik Perumahan Keteguhan Permai



Gambar 3.3 Kontur Daerah TPA Bakung dan Perumahan Keteguhan Permai

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Naniura* dan *Software Res2dinv*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data geolistrik tahanan jenis dengan menggunakan Konfigurasi *Wenner*, data sampel air sumur warga, data sampel air IPAL TPA Bakung, air sungai sekitar TPA Bakung, peta geologi daerah penelitian serta studi pustaka mengenai pengelolaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA), pengelolaan Instalasi Pengolahan Air Lindi (IPAL), perundangan-undangan sampah dan penelitian air lindi menggunakan metode geolistrik yang pernah dilakukan sebelumnya.

3.3. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi data primer dan data sekunder. Komponen, jenis, sumber data, dan cara pengambilan data disajikan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Komponen, Jenis, Sumber Data, dan Cara Pengambilan Data

No.	Komponen	Jenis Data	Sumber Data	Cara Pengambilan
1.	Data Pengukuran Geolistrik	Primer	Alat Geolistrik Naniura	Pengambilan Data di Lapangan
2.	Data Sampel Air Sumur Warga dan Air Sungai Perumahan Keteguhan Permai	Primer	Air Sumur Rumah Warga dan Air Sungai Perumahan Keteguhan Permai	Pengambilan Data di Lapangan dan Uji Laboratorium
3.	Peta Geologi Daerah Penelitian	Sekunder	Mangga dkk., 1993	Studi Pustaka

3.4. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan diantaranya adalah:

- a. Tahap pertama adalah melakukan *survey* lapangan terhadap lokasi penelitian yaitu Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bakung dan Perumahan Keteguhan Permai.
- b. Tahap ke-dua adalah membuat desain *line* pengukuran geolistrik dengan menggunakan Metode Wenner pada lokasi Perumahan Keteguhan Permai. Luas daerah pengukuran adalah 2,6 hektar dengan jumlah *line* pengukuran adalah 4 *line*. Masing-masing *line* memiliki panjang 155 meter dengan estimasi kedalaman pengukuran sebesar 24 meter. Berikut peta *design* akuisisi pengambilan data geolistrik yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.4 Peta Desain Pengukuran Geolistrik pada Perumahan Keteguhan Permai

- c. Tahap Ke-tiga adalah melakukan pengambilan data geolistrik dengan menggunakan konfigurasi wenner pada lokasi Perumahan Keteguhan Permai serta melakukan pengolahan data menggunakan software *Res2dinv* dan menganalisis data berdasarkan studi pustaka dan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Pada pengukuran geolistrik data yang didapat adalah data arus listrik dan data potensial batuan. Selanjutnya kedua data tersebut akan diolah untuk mendapatkan *nilai true resistivity* batuan.
- d. Tahap Ke-empat adalah pengambilan sampel air sumur warga. Sampel yang diambil berjumlah lima, dengan jarak terhadap *point source of pollution* (TPA Bakung) sebesar 81 meter (Sumur 4), 127 meter (Sumur 1), 129 meter (Sumur 5), 202 meter (Sumur 3) dan 237 meter (Sumur 2). Pengujian sampel air dilakukan di laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung dengan parameter pengukuran yaitu *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), Derajat Keasaman (pH) dan *Total Dissolved Solid* (TDS). Berikut peta pengambilan sampel air sumur warga yang ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.5 Peta Desain Pengambilan Sampel Air Sumur Warga Perumahan Keteguhan Permai

- e. Tahap Kelima adalah menganalisis pola persebaran air lindi pada Perumahan Keteguhan berdasarkan hasil pengolahan data geolistrik dan mengkorelasikannya dengan data hasil uji sampel air serta hasil dari studi pustaka yang telah dilakukan. Berdasarkan dari hasil analisis tersebut diharapkan menghasilkan rekomendasi untuk pengelolaan Tempat Pembuangan Akhir yang lebih baik lagi sehingga tidak menimbulkan pencemaran lingkungan.

3.5. Metode Analisis

- a. Analisis Data Geolistrik 2D dengan Konfigurasi Wenner

Pengukuran geolistrik di lapangan dilakukan terhadap 4 *line* pengukuran yang telah dibuat, didapat nilai arus listrik, dan nilai beda potensial. Berdasarkan ke-dua nilai tersebut dapat dicari nilai *resistivity* dari batuan penyusun dengan rumus:

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots(iii)$$

di mana,

ρ = Resistivitas

K = Faktor geometri konfigurasi elektroda yang digunakan

ΔV = Beda Potensial

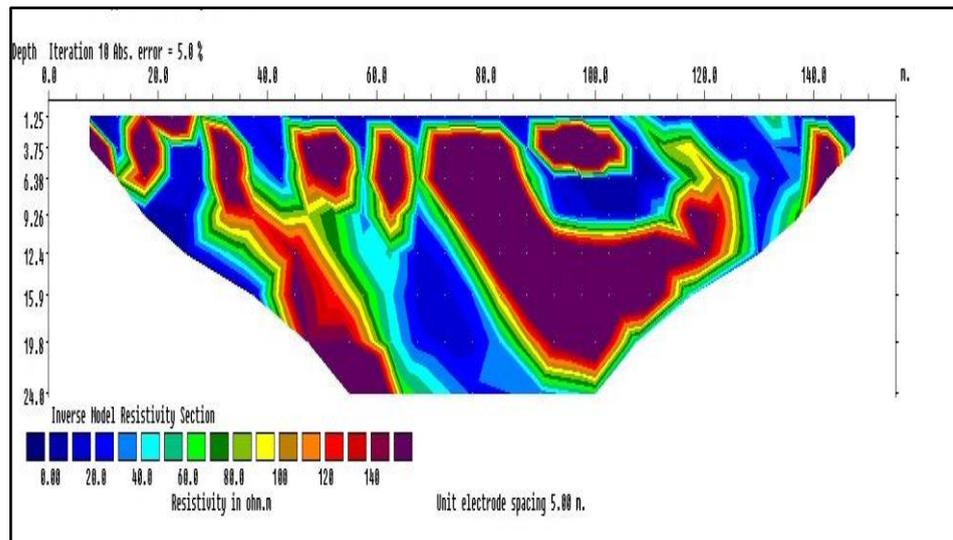
I = Arus

Dengan nilai K adalah

$$K = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{AM} + \frac{1}{NB}\right) - \left(\frac{1}{AN} + \frac{1}{MB}\right)} = 2\pi a \dots\dots\dots(iv)$$

di mana $a = AM = MN = NB$ adalah jarak spasi antar elektroda.

Nilai *resistivity* yang didapat dari perhitungan di atas dapat digunakan untuk mengetahui pola persebaran air lindi secara vertikal dan horizontal dengan menggunakan *software Res2dinv*. Berikut contoh penampang 2D persebaran air lindi yang akan ditampilkan:



Gambar 3.6. Contoh Penampang 2D Data Geolistrik

Persebaran air lindi pada daerah pengukuran ini ditandai oleh daerah yang berwarna biru tua, di mana nilai resistivitas berkisar $<10 \Omega\text{m}$.

b. Analisis Data Hasil Uji Sampel Sumur

Pengukuran sampel sumur rumah warga yang berjumlah 5 sampel dengan parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), Derajat Keasaman (pH) dan *Total Dissolved Solid* (TDS).

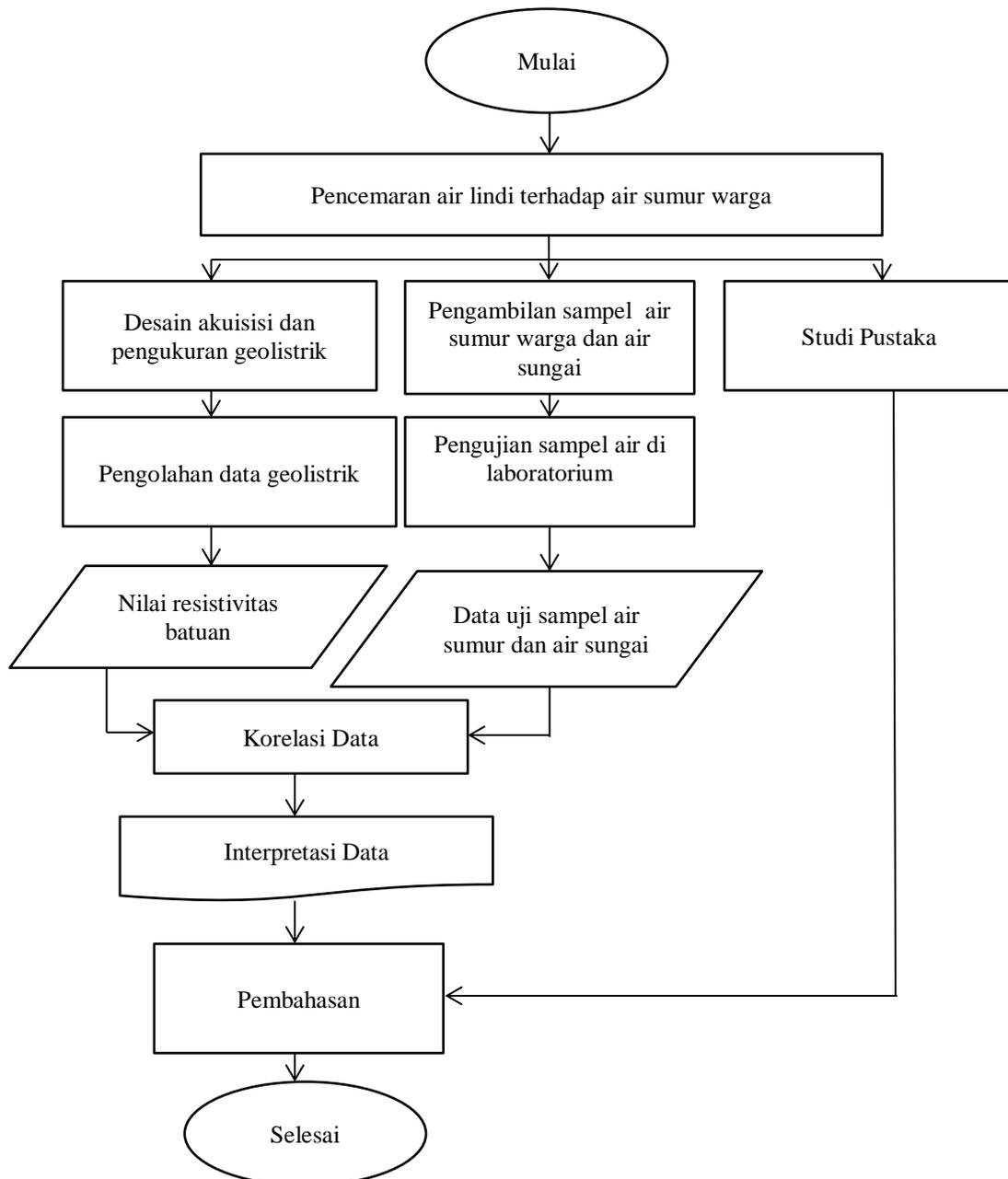
Pengujian di dasarkan pada baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI. No.P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Air Limbah Domestik. Berikut Tabel Baku Mutu Parameter Air Limbah:

Tabel 3.2 Baku Mutu Parameter Air Limbah (PERMENLHK, 2016)

Parameter	Baku Mutu
<i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)	30 mg/l
<i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	100 mg/l
Derajat Keasaman (pH)	6,0 - 9,0
<i>Total Dissolved Solid</i> (TDS).	1.000 mg/l

3.6. Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan gambar dari diagram alir pada penelitian ini:



Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian Persebaran Air Lindi pada TPA Bakung

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran secara geolistrik menunjukkan Air lindi pada Perumahan Keteguhan Permai cenderung tersebar ke arah tenggara dan selatan dari titik acuan yaitu IPAL TPA Bakung. Nilai resistivitas air lindi adalah $>10 \Omega\text{m}$.
2. Pengujian laboratorium terhadap 5 sumur warga menunjukkan bahwa sumur 5 (kedalaman 10 m) terindikasi tercemar air lindi. Pencemaran dilihat dari nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biological Oxygen Demand* (BOD) yang berada di atas ambang baku mutu. Pencemaran air lindi menyebabkan sebagian besar warga menambah kedalaman sumur air mereka menjadi >25 meter.
3. Langkah efektif yang dapat dilakukan dalam pengelolaan air lindi pada area TPA Bakung adalah melakukan penilaian indeks resiko TPA Bakung dan memperbaiki serta melengkapi sarana prasarana TPA Bakung termasuk IPAL TPA.

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah perlu segera mengganti metode pengolahan sampah menjadi *sanitary landfill*, memperbaiki IPAL TPA Bakung dan melakukan penilaian indeks resiko sehingga dapat dilakukan tindakan yang tepat bagi pengolahan TPA, apakah TPA harus ditutup atau direhabilitasi. Mengingat dampak negatif yang ditimbulkan bagi lingkungan dan warga sekitar yang sangat buruk, Pemerintah Kota Bandar Lampung harus bergerak cepat dalam menentukan kebijakan pengolahan TPA.

DAFTAR PUSTAKA

- Angrianto, N. L., Manusawai, J., dan Sinery, A. S. 2021. Analisis kualitas air lindi dan permukaan pada areal tpa sowi gunung dan sekitarnya di kabupaten manokwari papua barat. *Cassowary*. 4(2): 221-233.
- Badan Perencanaan Daerah Provinsi Lampung. 2015. *Buku Putih Strategi Sanitasi Kota Bandar Lampung*. Bappeda Provinsi Lampung, Lampung. 40 hlm.
- Bernstone, C., Dahlin, T., Ohlsson, T., dan Hogland, H. 2000. Dc-resistivity mapping of internal landfill structures: two pre-excitation surveys. *Journal of Environmental Geology*. 39: 360-371.
- Boucher, O., Friedlingstein, P., Collins, B. dan Shine, K. P. 2000. The indirect global warming potential and global temperature change potential due to methane oxidation. *Environmental Research Letters*. 4(4).
- Daironi, T.A. dan Arisandi, A. 2020. Analisis bod (biological oxygen demand) di perairan desa prancak kecamatan sepulu, bangkalan. *Juvenil*. 1(4). 558-566.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Yogyakarta.
- Hakim, A. R. 2017. Studi akumulasi rembesan air lindi dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi wenner mapping (studi kasus: tpa supit urang, malang). *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*. 3(2): 239-248.
- Mangga, S. A., Amirudin, T., Suwarti, S., Gafoer dan Sidarto. 1993. *Peta Geologi Lembar Tanjungkarang, Sumatra*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Manrulu, R. H., Nurfalaq, A., dan Hamid, I. D. 2018. Pendugaan sebaran air tanah menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi wenner dan schlumberger di kampus 2 universitas cokroaminoto palopo. *Jurnal Fisika FLUX*. 15 (1): 6–12.

- Peraturan Menteri PUPR No. 03/PRT/M/2013 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.
- Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2021 tentang Tata Cara Perhitungan Tarif Retribusi Dalam Penyelenggaraan Penanganan Sampah.
- Phelia, A. dan Damanhuri, E. 2019. Kajian evaluasi tpa dan analisis biaya manfaat sistem pengelolaan sampah di tpa (studi kasus tpa bakung kota bandar lampung). *Jurnal Teknik Lingkungan*. 25(2): 85-100.
- Prajawita, D., Moelyaningrum, A.D., dan Ningrum, P.T. 2020. Analisis Tingkat Kepadatan Lalat Di Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPAS) Kabupaten Jember, Indonesia. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 12(2): 136-143
- Rachmawati. 2017. Analisis penurunan kadar cod air limbah industri. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 2(1): 136-143.
- Ramadhani, J., Asrifah, D., dan Widiarti, I. K. 2018. Pengolahan air lindi menggunakan metode constructed wetland di tpa sampah tanjungrejo, desa tanjungrejo, kecamatan jekulo, kabupaten kudus. *Jurnal Ilmiah Lingkungan Kebumihan*. 1(2): 1-8.
- Reynolds J.M..1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. John Willey and Sons Ltd., England.
- Saepudin, M., dan Amalia, D. 2016. Jarak rumah ke tempat pembuangan akhir, kualitas fisik rumah terhadap kadar gas metana (ch₄) dalam rumah di kelurahan batulayang kecamatan pontianak utara, kota pontianak. *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*. 19(4): 243-249.
- Santoso, A.D. 2018. Keragaman Nilai DO, BOD dan COD di Danau Bekas Tambang Batu Barastudi Kasus pada Danau Sangatta North PT. KPC di Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 19(1): 89-96.
- Saptiningsih, E. dan Haryanti, S. 2015. Kandungan selulosa dan lignin berbagai sumber bahan organik setelah dekomposisi pada tanah latosol. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 23(2): 34-42
- Subardja, D., Ritung, S., Anda, M., Sukarman, Suryani, E. dan Subandio, R.E. 2014. *Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor. 22 hal.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., dan Sheiff, R.E. 1990. *Applied Geophysics 2nd Edition*. Cambridge, Cambridge University.

Thomas dan Santoso. 2019. Potensi pencemaran air lindi terhadap airtanah dan teknik pengolahan air lindi di tpa banyuroto kabupaten kulonprogo. *Jurnal Science Tech.* 5(2): 1-12.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah.

Wibowo, M.; Rachman, R.A. 2020. Kajian kualitas perairan laut sekitar muara sungai jelitik kecamatan sungailiat-kabupaten bangka. *Jurnal Prespitasi.* 17(1): 29-37.

Wulandari, R.,S., Khumaedi, Yulianti, D. 2015. Identifikasi pertambahan persebaran limbah tempat pembuangan akhir (TPA) jatibarang tahun 2015 menggunakan metode geolistrik. *Jurnal MIPA.* 38(2): 127-137.

Yusmiati. 2017. Dampak Keberadaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Muara Fajar Terhadap Sosial Ekonomi Masyarakat di Kelurahan Muara Fajar Kecamatan Rumbai Kota Pekanbaru. *JOM Fekon.* 4(1): 172-186.