

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah

Sampah merupakan hasil sisa dari suatu proses atau aktivitas manusia yang sudah tidak digunakan kembali baik dalam dunia industri maupun dalam kehidupan rumah tangga sehari-hari dalam bentuk padat, cair, maupun gas, meskipun dianggap tidak berguna sampah dapat didaur ulang kembali menjadi suatu barang atau energi tertentu yang dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari (Damanhuri dan Padmi, 2010).

Sampah merupakan limbah yang bersifat padat yang terdiri dari zat organik dan zat non organik yang dianggap tidak berguna dan dikelola kembali agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan (SK SNI T-13-1990- F:1 dalam Mediana, 2008). Setiap aktivitas manusia menghasilkan sampah sehingga jumlah atau volume sampah sebanding dengan tingkat konsumsi terhadap material yang dihasilkan oleh manusia (Sejati, 2009). Menurut Dinas Lingkungan Hidup Kota Pontianak (2021) Sampah di TPA Batu Layang menghasilkan volume sebesar 144,651,25 ton pada tahun 2021 dengan meningkatnya jumlah konsumsi yang dihasilkan maka jumlah sampah setiap tahun juga ikut meningkat dan membutuhkan lahan yang luas untuk membuang sampah tersebut.

2.2 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)

Tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah berdasarkan Undang-Undang No 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah merupakan tempat untuk memproses dan mengembalikan sampah ke lingkungan secara aman bagi manusia dan lingkungan akan tetapi TPA di Indonesia masih menerapkan sistem open dumping, sistem open dumping merupakan tempat pembuangan akhir tanpa perlakuan apapun dan dibiarkan begitu saja sehingga menimbulkan berbagai permasalahan seperti timbulnya bau busuk, munculnya berbagai penyakit dan terkontaminasi air tanah (Soma, 2010).

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) memiliki fungsi yang penting sebagai pengolahan akhir sampah baik di daur ulang sebagai kompos maupun ditimbun kemudian dipilah kembali oleh pemulung, jumlah sampah di TPA semakin lama

semakin membesar dan menumpuk sehingga proses dekomposisi alamiah dilakukan secara besar-besaran dan lama untuk mengubah sampah menjadi pupuk organik dan menimbulkan hasil sampling yaitu air lindi (Sutrisno, 2002).

Penumpukan sampah dapat mengganggu estetika, sanitasi, kelestarian lingkungan sehingga menyebabkan terjadinya pencemaran air, tanah dan udara (Putra, 2012). Air lindi dihasilkan oleh proses presipitasi cairan ke TPA yang berasal dari resapan air hujan maupun kandungan air sampah sendiri (Parlinggoam, 2011).

2.3 Sistem Pengelolaan Sampah

Pengelolaan sampah didefinisikan adalah semua kegiatan yang bersangkutan paut dengan pengendalian timbulnya sampah, pengumpulan, transfer dan transportasi, pengolahan dan pemrosesan akhir/pembuangan sampah, dengan mempertimbangkan faktor kesehatan lingkungan, ekonomi, teknologi, konservasi, estetika, dan faktor- faktor lingkungan lainnya yang erat kaitannya dengan respons masyarakat. Menurut UU Nomor 18 Tahun 2008 pengelolaan sampah didefinisikan sebagai kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Menurut SNI 9-2454-2002 metode untuk melakukan pembuangan akhir sampah ada 3, yaitu:

2.3.1 *Open Dumping*

Open Dumping merupakan cara yang dilakukan dengan sistem yang sangat sederhana dengan membuang sampah pada legokan atau cekungan tanpa menggunakan tanah sebagai penutup sampah.

Dampak Positif dari sistem *open dumping* adalah membuka lapangan kerja/kesempatan bagi pemulung di TPA. Dampak lingkungannya sangat besar dalam mencemari lingkungan baik pencemaran air tanah oleh *leachate* (air sampah yang dapat menyerap kedalam tanah) lalat, kecoa tikus tanah dan lain-lain.

2.3.2 *Controlled Landfill*

Controlled Landfill merupakan metode *Open Dumping* dilakukan dengan cara sampah ditimbun, diratakan dan dipadatkan kemudian pada kurun waktu memperkecil pengaruh yang merugikan terhadap lingkungan. Bila lokasi pembuangan akhir telah mencapai akhir usia pakai, seluruh timbunan sampah harus

ditutup dengan lapisan tanah. Diperlukan persediaan tanah yang cukup sebagai lapisan tanah penutup, di Indonesia metode *control landfill* dianjurkan untuk diterapkan di kota sedang dan kecil. Untuk dapat melaksanakan metode ini diperlukan penyediaan beberapa fasilitas diantaranya:

- Saluran drainase untuk mengendalikan aliran air hujan
- Saluran pengumpul lindi dan kolam penampungan
- Pos pengendalian operasional
- Fasilitas pengendalian gas metan
- Alat berat

2.3.3 *Sanitary Landfill*

Sanitary Landfill merupakan sistem pembuangan sampah yang dilakukan dengan cara sampah ditimbun di TPA sampah tersebut sudah di filter secara teknis menurut jenis sampahnya. Dalam sistem ini penggunaan alat berat sangat dibutuhkan seperti *bulldozer* maupun *track loader* untuk memadatkan sampah tersebut kemudian ditutup dengan tanah sebagai lapisan penutup setiap hari pada setiap akhir kegiatan.

Dampak positif dan negatif menggunakan sistem *sanitary landfill*. Dampak positifnya diantaranya :

1. Murah.
2. Dapat menampung berbagai jenis sampah : dalam hal ini sistem *sanitary landfill* dapat dipahami sebagai sistem pengelolaan semua jenis sampah karena memasukkan sampah ke dalam cekungan, memadatkan dan menimbun tanah di atasnya.
3. Dapat disiapkan dalam waktu yang singkat : sistem ini tidak memerlukan waktu lama dari pewadahan sampah pembuangan akhir atau sementara.
4. Dapat dirubah menjadi penghasil energi listrik karena sampah akan mengeluarkan gas metana yang bisa dijadikan bahan bakar penggerak turbin.
5. Mengurangi polusi udara karena sampah-sampah tersebut berada di dalam tanah.

Kemudian untuk dampak negatif, antara lain :

1. Pencemaran air: sampah-sampah, terutama bahan organik atau kimia sering menghasilkan cairan yang dapat merembes ke dalam tanah dan bisa mencemari tanah dan air.
2. Gas metana yang keluar dari proses pembusukan sampah, jika tidak dialirkan dapat menimbulkan bahaya ledakan seperti pernah terjadi di TPA.
3. Membutuhkan lahan yang luas.
4. Butuh biaya transportasi yang mahal dan juga menghasilkan polusi udara.
5. Mendapat tentangan dari warga.

2.4 Definisi dan Karakteristik Air Lindi

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) memiliki fungsi yang penting sebagai pengolahan akhir sampah baik di daur ulang sebagai kompos maupun ditimbun kemudian dipilah kembali oleh pemulung, jumlah sampah di TPA semakin lama semakin membesar dan menumpuk sehingga proses dekomposisi alamiah dilakukan secara besar-besaran dan lama untuk mengubah sampah menjadi pupuk organik dan menimbulkan hasil samping yaitu air lindi (Sutrisno, 2002).

Cairan pekat yang berasal dari TPA sangat berbahaya bagi lingkungan yang sering dikenal dengan istilah *leachate* atau air lindi, cairan air lindi ini berasal dari proses pencampuran (umumnya berasal dari air hujan kemudian masuk ke dalam tumpukan sampah) sehingga bahan yang terlarut pada sampah akan terekstraksi atau berbau dengan air hujan dan menurun hingga mencapai bagian bawah permukaan. Menurut Soemirat (1996) *leachate* atau air lindi merupakan larutan yang tercampur dari air limpasan hujan (baik melalui proses infiltrasi maupun perkolasi) dengan sampah yang membusuk sehingga mengandung zat tersuspensi yang halus serta mikroba patogen yang berbahaya bagi lingkungan. Air lindi merupakan air atau cairan yang telah tercemar akibat kontak dengan sampah, cairan ini diolah dari suatu unit pengolahan aerobik atau anaerobik sebelum dibuang ke lingkungan.

Komposisi air lindi dipengaruhi beberapa faktor yaitu karakteristik sampah (organik atau anorganik), jumlah curah hujan di daerah TPA serta kondisi spesifik tempat pembuangan, air lindi umumnya mengandung senyawa organik yang terdiri

dari Hidrokarbon, Asam Humat, Sulfat, Tanah, dan Galat dan anorganik terdiri dari Natrium, Kalium, Kalsium, Magnesium, Klor, Sulfat, Fosfat, Fenol, Nitrogen serta senyawa logam berat yang tinggi jika dibuang ke badan lingkungan. Konsentrasi dari komponen air lindi dapat mencapai 1000 hingga 5000 kali lebih tinggi dibandingkan konsentrasi dalam air tanah disebabkan terjadinya perubahan iklim (Maramis, 2008).

Salah satu sifat fisik air dalam menentukan polutan dalam air yaitu konduktivitas listrik, berdasarkan sifat konduktivitas listrik pada polutan, sifat fisik air pada suatu badan air dengan mengetahui jenis polutan berdasarkan nilai resistivitas limbah. Karakteristik air lindi berdasarkan sifat fisiknya yaitu nilai resistivitas kurang dari 10 Ωm , hal tersebut yang dapat membedakan dengan air bersih dengan nilai resistivitas 10-100 Ωm . Berdasarkan **Tabel 2.1** merupakan nilai resistivitas beberapa jenis limbah berasal dari beberapa penelitian yang diringkas oleh Wulandari (2015):

Tabel 2. 1 Nilai Resistivitas Limbah

Jenis Limbah	Resistivitas (Ωm)	Referensi
Sampah pada pasir	41.61 – 81	Distrik, I.W,2008
Sampah pada Tanah	10.4 – 31.9	Distrik, I.W,2008
Sampah pada campuran	17.4 – 62.7	Distrik, I.W,2008
Akuifer tercemar	1.23 – 1.81	Wijaya, L., <i>dkk.</i> 2009
Polutan cair (oli) pada pasir	2.09 – 4.63	Suhendra, 2006
Pasir besi pada lempung	172 – 359	Suhendra, 2006
Polutan pada pasir	89.3 – 457	Ngadimin dan Gunawan, 2001
Air Tercemar	< 8	Wijatmoko, B, dan Hariadi. 2008
Lindi TPA Batu Layang	0.203 – 15,6	Rustamaji, <i>dkk.</i> 2021

Sumber : *Wulandari, 2015*

Karakteristik air lindi di TPA dipengaruhi oleh dua faktor yaitu: (Khapre, 2015)

1. Faktor Eksternal
 - Klimatologi
 - Hidrologi lokasi penimbunan sampah
 - Sifat air yang masuk ke dalam timbunan sampah
2. Faktor Internal
 - Karakteristik sampah (organik atau anorganik, mudah tidaknya terurai, mudah tidaknya larut).

- Kondisi tempat pemrosesan akhir (TPA) yang menyangkut umur timbunan sampah, kelembaban dan temperatur.
- Jenis operasi yang dilakukan di tempat penimbunan sampah (tanah penutup dan sebagainya).

Kualitas air lindi ini memiliki beberapa parameter yang diuji untuk mengetahui air lindi memiliki kualitas baik atau buruk agar aman dibuang ke lingkungan. Berikut **Tabel 2.2** baku mutu kualitas air lindi sebagai berikut :

Tabel 2. 2 Baku Mutu Kualitas Lindi

No	Parameter	Kadar Paling Tinggi	
		Nilai	Satuan
1	pH	6-9	-
2	BOD	150	mg/l
3	COD	300	mg/l
4	TSS	100	mg/l
5	N Total	60	mg/l
6	Merkuri	0,005	mg/l
7	Kadmium	0,1	mg/l

Sumber : PermenLHK No 59 Tahun 2016

2.5 Lapisan Bawah Permukaan

Struktur tanah merupakan penyusun antar partikel tanah primer (bahan mineral) dengan bahan organik serta oksida sehingga membentuk agregat sekunder. Gatra agregat tanah meliputi bahan padatan dan pori tanah (Sutanto, 2005).

Bahan yang menyusun kerak bumi secara besar terdiri dari dua kategori: tanah (*soil*) dan batuan (*rock*). Tanah merupakan kumpulan (agregat) butiran mineral alami yang dipisahkan menggunakan cara mekanik bila kumpulan ini diaduk dalam air, sedangkan batuan merupakan agregat mineral yang satu sama lainnya diikat oleh gaya-gaya kohesi yang permanen dan kuat sehingga sulit jika masuk dalam air. Berdasarkan asal mula penyusunnya, tanah dapat dibedakan ke dalam dua kelompok besar, yaitu sebagai hasil pelapukan (*weathering*) secara fisis dan kimia, dan yang berasal dari bahan organik (Hakim dan Manrulu, 2016).

Berdasarkan asal mula penyusun, tanah dibedakan dalam dua kelompok besar yaitu hasil pelapukan (*weathering*) secara fisik dan kimia dan berasal dari bahan

organik. Jika hasil pelapukan masih berada di tempat asalnya, maka disebut tanah residual, jika hasil pelapukan ini berpindah tempat disebut tanah angkutan (*transported soil*) (Telford dkk, 1990).

Berbagai macam batuan terdapat pada kerak bumi. Ada berwarna kemerah-merahan, kuning, hitam dan sebagainya. Berdasarkan penggolongan batuan pada warna tentu tidak sesuai dengan sasarannya, sehingga untuk mendapatkan sasaran yang tepat maka para ahli dapat mengetahui dengan menggolongkan batuan tersebut yaitu berdasarkan asal batu diperoleh (sumber batu), bentuk batuan, kandungan yang ada pada batu, proses pembentukan batu dan skala kekerasan batu sebagai berikut (Hakim dan Manrulu ,2016) :

- a. Batuan yang berasal dari bukit disebut batu bukit
- b. Batuan yang berasal dari kali disebut batu kali
- c. Batuan yang berasal dari gunung berapi disebut batu gunung berapi
- d. Batuan yang berasal dari pasir disebut batu pasir/krikil.

Identifikasi jenis batuan dapat menggunakan aplikasi RES2DINV dengan berdasarkan jumlah atau nilai resistivitas batuan. Hal tersebut dikarenakan terdapat perbedaan jenis setiap batuan yang digunakan sebagai acuan untuk mengetahui keadaan bawah permukaan tanah, jika nilai resistivitas rendah menunjukkan semakin tinggi kadar air yang terkandung dalam lapisan batu tersebut. Nilai resistivitas ini digunakan sebagai dasar penentuan posisi rembesan pada suatu pencemar dan penentu jenis batuan, seperti pada **Tabel 2.3** sebagai berikut (Candrasasi dkk, 2018) :

Tabel 2. 3 Nilai Resistivitas

No	Material	Resistivitas (Ωm)
1	Udara	-
2	Pirit	3×10^{-1}
3	Kwarsa	$4 \times 10^{10} - 2 \times 10^{14}$
4	Kalsit	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$
5	Garam Batu	$30 - 10^{13}$
6	Granit	200 – 100.000
7	Andesit	500 – 10.000
8	Basal	$10 - 1 \times 10^7$
9	Batu Gamping	$50 - 1 \times 10^7$

No	Material	Resistivitas (Ωm)
10	Batu Pasir	$1 - 1 \times 10^8$
11	Batu Serpih	$20 - 1 \times 10^3$
12	Alluvium dan Pasir	$1 - 1 \times 10^3$
13	Lempung	$1 - 10^2$
14	Air Tanah	$0,5 - 3 \times 10^2$
15	Air Laut	0,2
16	Air Lindi	< 10
17	Kerikil	100 - 600
18	Tuff	2×10^3 (basah) 10^5 (kering)
19	Galana	2×10^{-5}

Sumber : *Telford dkk. 1990*

2.6 Gambut

Tanah gambut (*peat soil*) merupakan tanah yang mengandung bahan organik yang tinggi sehingga mempengaruhi sifat rekayasa tanah tersebut sehingga sistem klasifikasi tanah gambut berbeda dengan tanah lempung. Gambut (*peat*) berdasarkan proses terjadinya terdapat campuran fragmen-fragmen mineral organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan yang membusuk (Hasnam dkk, 2012).

Gambut terbentuk dari timbunan sisa-sisa tanaman yang telah mati, baik yang sudah lapuk maupun belum. Timbunan terus bertambah karena proses dekomposisi terhambat oleh kondisi anaerob dan/atau kondisi lingkungan lainnya yang menyebabkan rendahnya tingkat perkembangan biota pengurai. Pembentukan tanah gambut merupakan proses geogenik yaitu pembentukan tanah yang disebabkan oleh proses deposisi dan transportasi, berbeda dengan proses pembentukan tanah mineral yang pada umumnya merupakan proses pedogenik (Hardjowigeno, 1986 dalam Agus dan Subiksa, 2008).

Secara umum dalam klasifikasi tanah, tanah gambut dikenal sebagai *Organosol* atau *Histosol* yaitu tanah yang memiliki lapisan bahan organik dengan berat jenis (BD) dalam keadaan lembab $< 0,1 \text{ g cm}^{-3}$ dengan tebal $> 60 \text{ cm}$ atau lapisan organik dengan $\text{BD} > 0,1 \text{ g cm}^{-3}$ dengan tebal $> 40 \text{ cm}$ (Soil Survey Staff, 2003 dalam Agus dan Subiksa, 2008).

Klasifikasi tanah gambut secara umum merupakan tanah organosol atau histosol. Tanah organosol atau histosol merupakan tanah yang memiliki lapisan bahan organik dengan berat jenis dalam keadaan lembab $< 0,1 \text{ g/cm}^3$ dengan tebal

> 60 cm atau lapisan organik dengan berat jenis > 0,1 g/cm³ dengan tebal > 40 cm. Menurut Darmawijaya (1990) membedakan klasifikasi tanah organik menjadi tiga sebagai berikut :

1. Tanah Gambut, mengandung bahan organik lebih dari 65 %,
2. Tanah Bergambut (peat soil), kandungan bahan organiknya antara 65%-5%, dan
3. Tanah Humus, kandungan tanah organiknya antara 35%-15%.

Menurut Agus dan Subiksa (2008) menyatakan bahwa gambut dapat diklasifikasikan lagi berdasarkan sudut pandang yang berbeda berdasarkan tingkat kematangan, kedalaman, kesuburan, dan posisi pembentukannya. Lahan gambut dibagi menjadi empat tipe berdasarkan kedalamannya, yaitu:

1. lahan gambut dangkal, yaitu lahan dengan ketebalan gambut 50-100 cm,
2. lahan gambut sedang, yaitu lahan dengan ketebalan gambut 100-200 cm,
3. lahan gambut dalam, yaitu lahan dengan ketebalan gambut 200-300 cm dan
4. lahan gambut sangat dalam, yaitu lahan dengan ketebalan gambut lebih dari 300 cm.

Sifat-sifat fisik gambut yang penting adalah tanah gambut tersusun atas bahan organik lebih dari 65% dan memiliki kemampuan yang tinggi dalam menyimpan air (Andriess 1988 dalam Agus dan Subiksa, 2008). Kadar air dalam gambut di Kubu Raya menurut berat kering dapat mencapai 1500% atau 15 kali daripada berat keringnya (Anshari dkk, 2010 dalam Masganti,2017). Bobot isi gambut nilainya sangat rendah apabila dibandingkan dengan bobot isi tanah mineral. Kisaran bobot isi gambut antara 0.04–0.3 g/cm³ (Anshari dkk, 2009 dalam Masganti,2017). Jika mengalami kekeringan kadar air <100%, gambut kehilangan kemampuan menyerap air (*irreversible drying*) dan menjadi bahan organik kering yang tidak cocok untuk digunakan sebagai media bercocok tanam dan kehilangan fungsinya sebagai tanah (Agus dan Subiksa, 2008 dalam Masganti,2017).

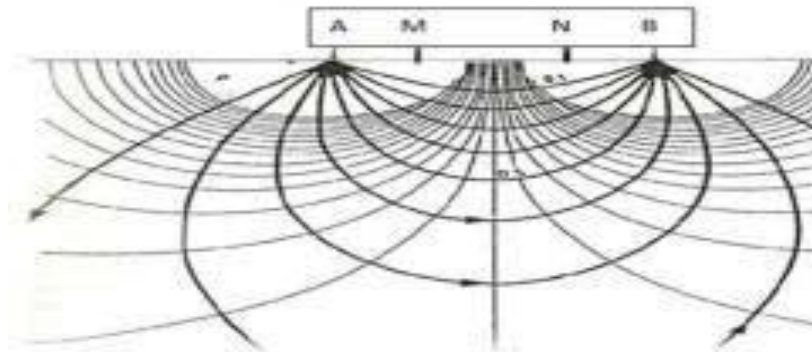
2.7 Geolistrik

Penemuan geolistrik pertama kali ditemukan oleh Conrad Schlumberger pada tahun 1912. Geolistrik merupakan metode geofisika untuk mengidentifikasi sifat dan kondisi fisik bawah permukaan tanah berdasarkan nilai tahanan jenis batuan untuk mengetahui sifat aliran listrik dalam bumi (Arman, 2012).

Metode geolistrik resistivitas merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui keadaan bawah permukaan tanah dengan mempelajari sifat aliran listrik yang terdapat pada dalam batuan atau bawah permukaan bumi. Prinsip kerja metode geolistrik dilakukan dengan cara menginjeksikan arus listrik ke permukaan tanah melalui sepasang elektroda dan mengukur beda potensial dengan sepasang elektroda yang lain. Bila arus listrik diinjeksikan ke dalam suatu medium dan diukur beda potensialnya (tegangan), maka nilai hambatan dari medium tersebut dapat diperkirakan (Wijaya,2015).

Metode geolistrik resistivitas terdapat beberapa kelebihan sebagai berikut (Supeno dkk, 2008) :

1. Tidak merusak lingkungan,
2. Pengoperasian mudah dan cepat,
3. Biaya murah,
4. Mengidentifikasi kedalaman hingga beberapa meter sehingga sering digunakan dalam survey untuk menentukan stabilitas lereng, survey daerah rawan dan investigasi pergerakan massa (*mass movement*).



Gambar 2. 1 Garis arus dan medan potensial yang timbul diakibatkan adanya dua sumber arus

Sumber : Telford, dkk, 1990

Berdasarkan pada **Gambar 2.1** menunjukkan aliran arus keluar dari titik sumber membentuk medan potensial dengan kontur ekipotensial sehingga membentuk permukaan setengah bola di bawah permukaan bumi, arus mengalir melalui permukaan setengah bola kemudian terdapat empat susunan elektroda yang merupakan susunan elektroda metode geolistrik resistivitas sehingga terbentuk konfigurasi untuk garis-garis arus dan ekipotensial yang melingkar pada daerah diantara dua elektroda arus (Karisma, 2013).

2.8 Resistivitas

Pengukuran resistivitas dilakukan terhadap permukaan bumi yang di anggap sebagai suatu medium yang homogen isotropis. Pada kenyataannya, bumi tersusun atas komposisi batuan yang bersifat heterogen baik ke arah vertikal maupun horisontal. Akibatnya objek batuan yang tidak homogen dan beragam akan memberikan harga resistivitas yang beragam pula. Sehingga resistivitas yang diukur adalah resistivitas semu. Harga tahanan jenis semu ini tergantung pada tahanan jenis lapisan-lapisan pembentuk formasi dan konfigurasi elektroda yang digunakan. Nilai resistivitas semu (ρ_a) didapatkan pada **Persamaan 2.1** sebagai berikut : (Hurriyah dan Jannah, 2015)

$$\rho_a = 2\pi a \frac{\Delta V}{I} k \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

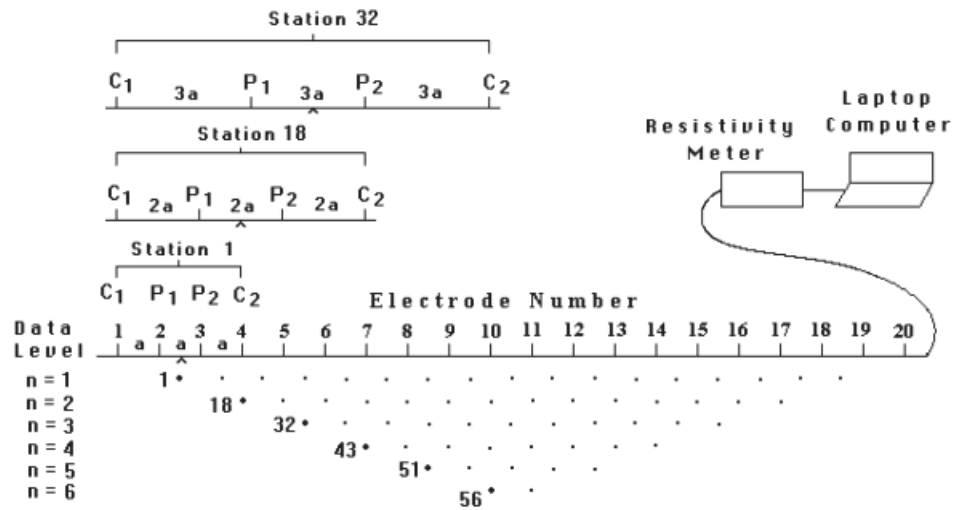
ρ_a : Tahanan Jenis semu batuan

ΔV : Beda Potensial antara elektroda potensial P₁ dan P₂

I : Kuat Arus

K : Faktor geometri elektroda (Telford, *dkk.*,1990)

Metode resistivitas 2D merupakan metode untuk mempelajari variasi tahanan jenis lapisan bawah permukaan secara horizontal maupun vertikal dengan menggunakan konfigurasi elektroda yang sama pada semua titik berdasarkan pengamatan di permukaan bumi dan dibuat kontur iso-resistivitasnya (Arsyadi,2017)



Sequence of measurements to build up a pseudosection

Gambar 2. 2 Konsep Pengukuran Metode Resistivitas 2D

Sumber : Loke, 2015

Metode resistivitas 2D lebih akurat dalam melakukan pencarian data bawah permukaan dikarenakan terjadinya perubahan resistivitas secara vertikal maupun horizontal sepanjang garis survey, sehingga hal tersebut diasumsikan bahwa resistivitas dapat berubah ke arah tegak atau lurus berdasarkan arah survey. Pada aplikasinya metode resistivitas 2D dapat memberikan hasil untuk melengkapi data yang diperoleh dari pengukuran metode geofisika lainnya. Berdasarkan pada **Gambar 2.2** menunjukkan konsep pengukuran metode resistivitas 2D yang dilakukan di lapangan (Loke, 2015).

Metode geolistrik resistivitas terdapat beberapa kelebihan sebagai berikut (Supeno dkk, 2008) :

1. Tidak merusak lingkungan,
2. Pengoperasian mudah dan cepat,
3. Biaya murah,
4. Mengidentifikasi kedalaman hingga beberapa meter sehingga sering digunakan dalam survey untuk menentukan stabilitas lereng, survey daerah rawan dan investigasi pergerakan massa (*mass movement*).

Kekurangan metode geolistrik dengan metode geofisika yang lain (Ahmad, 2015) :

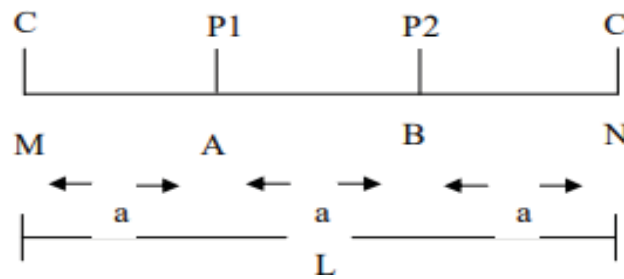
1. Kurang efektif untuk pemakaian di kawasan *karst*.
2. Untuk mendeteksi air tidak dapat diketahui berapa jumlah volume (debit) pasti air tersebut.
3. Tidak dapat membedakan air mengalir dan yang statis.
4. Tidak dapat menjangkau wilayah yang dalam karena jangkauannya berkisar 304,5-457,2 meter dibawah permukaan bumi.

2.9 Konfigurasi Geolistrik

Konfigurasi geolistrik merupakan konfigurasi untuk Menyusun elektroda dalam melakukan pengukuran bawah permukaan menggunakan metode geolistrik, seperti konfigurasi *Wenner*, *Schlumberger*, *Pole-Dipole*, *Dipole-Dipole*.

2.9.1 Konfigurasi *Wenner*

Konfigurasi *wenner* merupakan salah satu konfigurasi yang sering digunakan sebagai eksplorasi geolistrik dengan pengaturan jarak atau spasi yang sama panjangnya $r_1 = r_2 = r_3 = r_4$, konfigurasi *wenner* sering digunakan dikarenakan memiliki kepekaan tinggi terhadap perubahan vertikal sehingga sangat penting dalam menentukan lapisan batas untuk mengidentifikasi litologi batuan di lokasi penelitian (Hendrajaya & Arif, 1990; Syamsuddin, 2007). Pada konfigurasi *wenner* jarak antara elektroda arus dan elektroda potensial adalah sama agar hasil yang didapatkan simetris atau sesuai dengan perhitungan (Telford dkk, 1990). Kelebihan dari konfigurasi elektroda *wenner* yaitu memiliki resolusi vertikal yang bagus, sensitivitas terhadap perubahan lateral yang tinggi tapi memiliki kelemahan terhadap penetrasi arus terhadap kedalaman. Susunan elektroda konfigurasi *wenner* dapat dilihat pada **Gambar 2.3**.



Gambar 2.3 Susunan Elektroda Konfigurasi Wenner

Sumber : Wijaya, 2015

Berdasarkan **Gambar 2.3** dapat dilihat jarak $AM = NB = a$ dan jarak $AN = MB = 2a$ sehingga didapatkan **Persamaan 2.2** untuk mendapatkan nilai K konfigurasi Wenner sebagai berikut :

$$K = \frac{2\pi}{\left[\frac{1}{a} - \frac{1}{2a} \right] - \left[\frac{1}{2a} - \frac{1}{a} \right]} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$K = 2 \pi a \dots\dots\dots (2.3)$$

Sehingga nilai K pada konfigurasi Wenner didistribusikan ke **Persamaan 2.3** untuk mengetahui harga tahanan jenis semu sebagai berikut :

$$\rho_a = 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

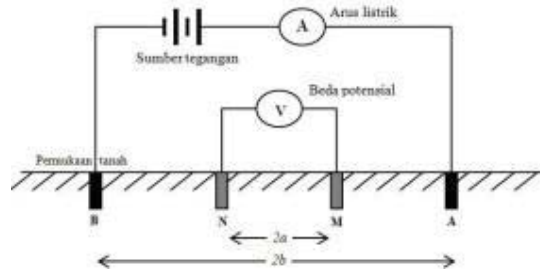
ρ_a : Tahanan Jenis semu batuan

ΔV : Beda Potensial antara elektroda potensial P_1 dan P_2

I : Kuat Arus

2.9.2 Konfigurasi Schlumberger

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



Gambar 2. 4 Susunan Elektroda Konfigurasi Schlumberger

Pengukuran ini dilakukan dengan membuat variasi posisi elektroda arus (AB) dan elektroda potensial (MN). Dalam konfigurasi Schlumberger dapat dihitung nilai resistivitas semu (ρ) pada **Persamaan 2.6** sebagai berikut : (Wulandari dkk, 2015)

$$\rho_a = \frac{\Delta V}{I} K \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

ρ_a : Tahanan Jenis semu batuan

ΔV : Beda Potensial antara elektroda potensial P₁ dan P₂

I : Kuat Arus

K : Faktor geometri elektroda (Telford dkk,1990)

dimana, K adalah faktor geometri yang memiliki perhitungan **pada**

Persamaan (2.7) dan (2.8).

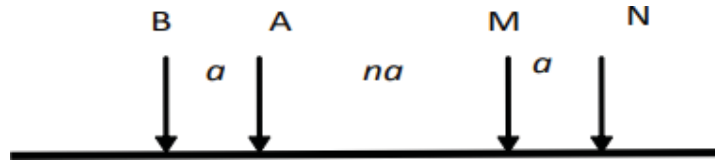
$$K = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM}\right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN}\right)\right]} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$K = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM}\right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN}\right)\right]} = \pi \left[\frac{a^2 - b^2}{2b}\right] \dots\dots\dots (2.8)$$

2.9.3 Konfigurasi Dipole-dipole

Konfigurasi dipole-dipole adalah konfigurasi yang elektroda arusnya diletakkan terpisah satu sama lain tergantung dari keperluan kedalaman interpretasi. Elektroda arus ditempatkan pada jarak minimum 5 kali jarak antara elektroda potensial yang terpasang. Konfigurasi elektroda dipole-dipole, kedua elektroda arus dan elektroda potensial terpisah dengan jarak a. Sedangkan elektroda arus dan elektroda potensial bagian dalam terpisah sejauh na, dengan n adalah bilangan

bulat. Variasi n digunakan untuk mendapatkan berbagai kedalaman. Faktor geometri pada konfigurasi elektroda dipole-dipole ditunjukkan pada **Persamaan 2.9** (Andriyani dkk, 2010 dalam Suntoko dan Wicaksono, 2017)



Gambar 2. 5 Susunan Elektroda Konfigurasi Dipole-dipole

Sumber : Telford dkk, 1990

$$K= 2\pi\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4}\right)^{-1} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$K=2\pi\left(\frac{1}{na} - \frac{1}{a+na} - \frac{1}{a+2na} + \frac{1}{a+3na}\right)^{-1} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$K= \pi an(1+n)(2+n) \dots\dots\dots (2.11)$$

Bumi memiliki beberapa lapisan dengan nilai tahanan jenis yang berbeda-beda sehingga pengukuran potensial listrik dipengaruhi adanya lapisan-lapisan tersebut, tahanan jenis yang diukur tidak hanya satu lapisan (terutama jarak elektroda yang lebar) sehingga tahanan jenis yang terukur merupakan tahanan jenis semu ρ_a (Telford dkk, 1990). **Persamaan 2.12** dapat digunakan untuk menghitung nilai tahanan jenis semu dari suatu lapisan tidak homogen tersebut.

$$\rho_a = \frac{\Delta V}{I} k \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan :

ρ_a : Tahanan Jenis semu batuan

ΔV : Beda Potensial antara elektroda potensial P₁ dan P₂

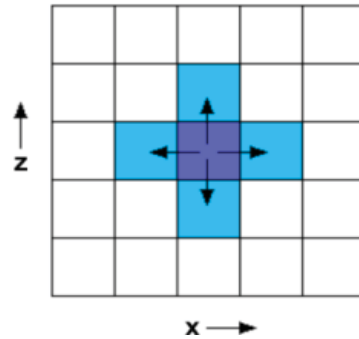
I : Kuat Arus

K : Faktor geometri elektroda (Telford dkk,1990)

2.10 Res2Dinv

Res2Dinv merupakan program komputer yang secara otomatis menentukan program komputer yang secara otomatis menentukan model resistivitas 2 dimensi (2D) program komputer yang secara otomatis menentukan model resistivitas 2

dimensi (2D) untuk menentukan lapisan bawah permukaan dari hasil geoelektrikal. Model 2D menggunakan program inversi yang terdiri dari beberapa jumlah kotak persegi, kotak persegi ini memiliki susunan kotak terkait distribusi dari titik datum (jumlah keseluruhan) setelah distribusi ukuran kotak secara otomatis dihasilkan dari program tersebut sehingga jumlah kotak tidak melebihi jumlah datum point yang digunakan seperti pada **Gambar 2.6**



Gambar 2. 6 Model 2D secara Horizontal dan Vertikal

Program Res2Dinv menggunakan beberapa konfigurasi yaitu konfigurasi *Schlumberger*, *Wenner*, *Wenner-Schlumberger*, *pole-pole*, dan lain-lain. Selain itu, model 2D juga menggunakan program inversi dengan teknik optimasi *learn-square non linear* dan *subrutin* untuk menghitung nilai resistivitas semu (Pebriyanto,2016). Penelitian ini menggunakan konfigurasi *wenner* dikarenakan metode geolistrik dengan konfigurasi *wenner* memiliki susunan jarak spasi sama panjang antar elektroda, resolusi vertikal yang bagus, sensitivitas terhadap perubahan lateral yang tinggi akan tetapi lemah terhadap penetrasi arus terhadap kedalaman (Pebriyanto, 2016).

Berdasarkan langkah-langkah diatas dilakukan pengolahan data menggunakan *software* Res2Dinv, pertama yang dilakukan dengan membuka program kemudian pilih opsi “*file*” dan pilih “*read data file*” dengan fungsi memasukkan data yang diperoleh dalam pengukuran dengan format nama *.dat, pilih opsi “*inversion*” untuk memilih file dalam bentuk *Microsoft excel* untuk mengetahui hasil inversi pengolahan. Pilih opsi “*save*” agar data yang dibuat dapat tersimpan sehingga muncul gambar penampang hasil kalkulasi dan inversi data dengan menggunakan pengolahan *software* RES2DINV, terdapat pengaturan iterasi

jika mengubah data, iterasi berfungsi untuk mengurangi error data yang terjadi (Loke, 2010).