

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *State Of The Art*

Penelitian ini merujuk pada beberapa penelitian sebelumnya yang membahas dan mengkaji tentang metode Geolistrik Resistivitas *time-lapse* atau dikenal dengan *Electrical Resistivity Tomography* (ERT) yang memasukkan perubahan waktu di dalamnya sebagai pemantauan berkala bawah permukaan tanah. Metode ini menjadi acuan suatu penelitian monitoring dimana memasukkan variabel waktu sebagai faktor perubahan pada bawah permukaan sehingga dapat diketahuinya perubahan dari waktu ke waktu. Menggunakan periode waktu yang singkat dan berkala, metode ini banyak digunakan untuk keperluan pemantauan beberapa bahan dan material bawah permukaan seperti pergerakan lindi, rembesan herbisida, pergerakan pupuk, pergerakan air tanah, dan lain sebagainya.

Penelitian terkait monitoring pernah dilakukan oleh Juhardi, dkk. (2017) yakni mengidentifikasi dan memetakan tanah gambut yang terpapar herbisida sistemik menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *Wenner 2D*. Hasil pengambilan data menunjukkan nilai resistivitas tanah gambut sebelum pemaparan, sesaat setelah pemaparan, 1 jam setelah pemaparan, dan 2 jam setelah pemaparan. Sehingga dari data tersebut dapat diketahui bahwa perubahan resistivitas pada tanah gambut yang paling signifikan terjadi pada 2 jam setelah pemaparan.

Penelitian yang dilakukan Santoso, dkk. (2015) memetakan hasil paparan herbisida sistem kontak menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *Dipole-dipole 2D*. Hasil penelitian yang didapat berupa nilai resistivitas sebelum dan sesudah diberikan herbisida sistem kontak dengan rentang waktu 4 jam setelah pemaparan, 24 jam setelah pemaparan, dan 7 hari setelah pemaparan. Sehingga didapatkan perubahan signifikan resistivitas tanah gambut terjadi pada rentang 24 jam setelah pemaparan.

Metode geolistrik *time-lapse Wenner-Schlumberger* digunakan pada penelitian Dzulfahmi, dkk. (2019) untuk memonitoring pergerakan lindi di sekitar pemukiman TPA Batu Layang di Pontianak dengan rentang waktu selama 3 pekan. Hasilnya terpantau pergerakan lindi dari TPA Batu Layang yang menyebar sejauh 334 meter ke arah Barat dari TPA Batu Layang. Adapun penelitian Abdullah, dkk. (2017) menggunakan metode geolistrik *time-lapse* konfigurasi *Wenner* untuk memonitoring selama 10-15 hari pergerakan fluida bawah permukaan (air tanah) di Kota Palu. Hasilnya terlihat bahwa dari waktu ke waktu tidak mengalami perubahan pola yang signifikan, sehingga sistem lapisan cenderung konstan karena adanya faktor pengisian dan produksi sumur air tanah warga. Kemudian Mahrizal (2016) menggunakan metode yang sama untuk memonitoring longsor di Kota Padang. Pengambilan data dilakukan sebanyak 2 kali dengan menggunakan Konfigurasi *Wenner* dan Konfigurasi *Schlumberger*, hasil yang diperoleh ditemukan 4 jenis batuan penyusunnya pada data musim penghujan Tahun 2015 dan Tahun 2016.

2.2 Tanaman Lada (*Piper nigrum L*)

Lada atau dengan nama latin *Piper nigrum L.* merupakan tanaman rempah-rempah yang banyak digunakan untuk keperluan masakan, obat-obatan, dan bahkan insektisida. Karena hal tersebut, lada dijuluki sebagai *The King of Spice* (Raja Rempah-Rempah). Tumbuh di ketinggian antara 0-1000 meter dpl (dibawah permukaan laut), berintensitas cahaya 50%-70%, memerlukan curah hujan dengan rata-rata 2000-4000 mm/tahun, dan memiliki suhu udara rata-rata yang mencapai 26,88°C (Ali, dkk., 2017 dan Kardinan, dkk., 2018).

Budidaya tanaman lada di Indonesia dikelompokkan menjadi beberapa kelompok. Hal ini berdasarkan beberapa karakteristik jenis lada yang dibudidayakan, faktor lingkungan, karakteristik petani dan faktor lainnya. Kelompok budidaya tanaman lada tersebut diantaranya (Kardinan dkk, 2018):

1. Budidaya konvensional; adalah budidaya tanaman lada dengan menggunakan asupan bahan kimia sintetis seperti pupuk, pestisida, dan jenis bahan kimia sintetis lainnya. Penerapan budidaya seperti ini menjadi andalan dan merupakan budidaya dengan tingkat keberhasilan tinggi.

2. Budidaya sesuai LEISA; adalah budidaya tanaman lada dengan menggunakan asupan bahan alami untuk keperluan seperti pupuk/kompos, mikroba baik dan bahan alami lainnya yang dapat memperbaiki kesuburan tanah. Namun, apabila dalam prakteknya terdapat beberapa yang tidak sesuai harapan masih diperkenankan untuk menggunakan bahan kimia sintetis sebagai alternatif terakhir.
3. Budidaya nonpestisida; adalah budidaya tanaman lada yang memiliki persepsi bahwa dibatasinya penggunaan pestisida dan apabila kandungan pestisida di atas ketentuan batas residu dapat menyebabkan ditolaknya ekspor. Dalam perlakukannya, kelompok budidaya seperti ini tidak digunakannya pestisida kimia sintetis dan sebagai gantinya digunakan pestisida alami dengan cara-cara pencegahan lainnya. Namun, penggunaan pupuk kimia sintetis dan lainnya masih diperkenankan sama dengan budidaya konvensional.
4. Budidaya organik; adalah budidaya dengan tipe yang mengacu pada SNI 6729-2016 mengenai Sistem Pertanian Organik. Pada sistem pertanian tersebut, kelompok tanam tidak menggunakan bahan kimia sintetis (pupuk, pestisida, hormone tumbuh, GMO) yang artinya menggunakan bahan alami dengan memperhatikan kesehatan lingkungan dan manusia.

2.3 Pupuk Dolomit dan NPK

Pengertian secara umum, pupuk adalah suatu bahan tambahan untuk memperbaiki unsur kimia, fisika, dan biologi yang terkandung pada tanah. Dalam bidang pertanian, pupuk merupakan komponen unsur utama yang dapat menunjang tingkat pertumbuhan dan produksi tanaman. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam hal pemberian pupuk dalam bidang pertanian diantaranya penentuan jenis pupuk, dosis pupuk, metode pemupukan, waktu dan frekuensi pemupukan beserta pengawasannya (Witariadi, 2015).

Dalam hubungan unsur hara dan konduktivitas, kadar dari suatu pupuk mengandung N yang apabila ditambahkan ke dalam tanah maka nilai konduktivitas tanah akan mengecil seiring dengan banyaknya dosis yang diberikan. Pada suatu pengujian yang dilakukan tentang hubungan unsur hara dan konduktivitas, memperlihatkan bahwa nilai korelasi yang rendah antara konduktivitas listrik

dengan fosfor dan kalium. Hal tersebut disebabkan oleh senyawa yang terkandung di dalam pupuk sebagian terasosiasi dengan air tanah, sehingga ion-ion yang memiliki kemampuan membawa arus listrik menjadi sedikit. Pada suatu keadaan tanah yang dikatakan masam (misalnya tanah gambut), dikatakan sebagai tanah yang kurang subur karena mampu mengikat unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Hal ini dapat menyebabkan nilai konduktivitas tanah menjadi lebih tinggi, diikuti dengan kenaikan nilai pH, kadar fosfor, dan kalium serta turunnya nilai kadar nitrogen (Mia dkk, 2019).

2.3.1 Pupuk Dolomit

Pupuk dolomit adalah adalah pupuk buatan yang mengandung unsur mineral Kalsium (CaO) dan Magnesium (MgO) yang sangat tinggi. Salah satu pupuk pertanian ini dikenal sebagai kapur pertanian dengan rumus kimia $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Sangat bermanfaat untuk menetralkan pH tanah karena kandungan unsur mineral Kalsium dan Magnesium yang menjadi komposisi utama pupuk tersebut.



Gambar 2.1 Pupuk Dolomit (Sumber: Google, 2022)

2.3.2 Pupuk NPK

Pupuk NPK adalah pupuk jenis anorganik atau pupuk kimia yang mengandung unsur Nitrogen, Fosfor, dan Kalium. Sesuai dengan namanya, pupuk jenis ini berfungsi untuk mengatasi kekurangan nutrisi unsur hara Nitrogen, Fosfor, dan Kalium yang terkandung di dalam tanah.



Gambar 2.2 Pupuk NPK (Sumber: Google, 2022)

2.4 Geofisika Dalam Bidang Pertanian

Geofisika merupakan aplikasi fisik yang mempelajari tentang bumi. Dalam perkembangannya, geofisika mulai dimanfaatkan ke dalam beberapa hal, salah satunya bidang pertanian. Geofisika mempelajari struktur bawah permukaan bumi yang dapat menunjang perkembangan bidang pertanian (Thousmalani, 2010).

Pemanfaatan geofisika pada bidang pertanian berfokus pada kedalaman 0-2 meter, yaitu zona akar tanaman dan sebagian besar profil tanah. Oleh karena itu, banyak penelitian yang memanfaatkannya untuk kemajuan dari pertanian itu sendiri. Penelitian-penelitian tersebut salah satunya dimanfaatkan untuk mengetahui kandungan maupun pergerakan pupuk pada tanaman sehingga bisa melakukan kegiatan pemupukan lebih teratur dengan dosis yang baik. (Toushmalani, 2010).

Dalam bidang pertanian berkaitan erat dengan penggunaan media tanam berupa tanah. Hal ini memerlukan penelitian dalam pengukuran kadar suatu tanah. Penelitian tersebut dapat berupa salinitas, tekstur tanah, suhu, kedalaman air tanah, kandungan mineral, dan struktur tanah (Golovko dan Pozdnyakov, 2007).

Pengaplikasian pencarian kandungan tanah dapat menggunakan berbagai metode diantaranya metode tahanan jenis, metode induksi elektromagnetik, metode *Ground Penetrating Radar* (GPR), metode magnetometri, metode *Self Potential* (SP), dan metode seismik. Namun, dari berbagai macam metode yang dapat digunakan penggunaannya berfokus pada metode yang memiliki biaya lebih sedikit atau murah (Toushmalani, 2010).

2.5 Konsep Resistivitas Listrik

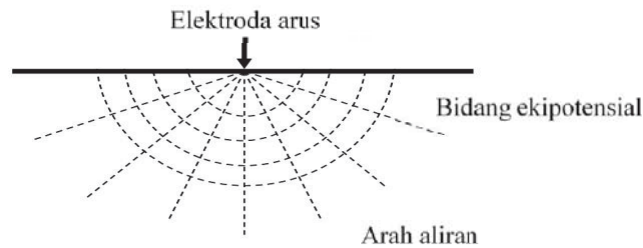
Konsep resistivitas listrik pertama kali diperkenalkan oleh Selumberger pada Tahun 1920. Resistivitas listrik merupakan ukuran kemampuan bahan atau material menghambat arus listrik. Ukuran kemampuan bahan atau material tersebut memiliki nilai yang berbeda-beda. Hal ini kemudian dimanfaatkan sebagai tolak ukur untuk menentukan distribusi bawah permukaan tanah (Loke, 1999 dan Thousmalani, 2010).

Menurut Loke (1999), resistivitas bawah permukaan diperkirakan melalui pengukuran di permukaan tanah. Pengukuran resistivitas dimulai dengan menancapkan 4 elektroda ke dalam tanah. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3, susunan 4 elektroda tersebut dapat diasumsikan sebagai C1, P1, P2, dan C2. C1 dan C2 merupakan elektroda yang dialiri arus (I) sedangkan P1 dan P2 sebagai elektroda yang dialiri tegangan (V). Sehingga diperoleh nilai arus (I) dan tegangan (V) material. Nilai arus dan tegangan yang diperoleh lalu dihitung dan diperoleh nilai resistivitas semu (ρ_a).



Gambar 2.1 Konsep resistivitas listrik 4 elektroda (Loke, 1999)

Berdasarkan prinsipnya, elektroda C1 dan C2 yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 merupakan elektroda yang memiliki arus tunggal bumi. Arus tunggal itu dianggap sebagai lingkaran menyerupai setengah bola yang memiliki tahanan jenis pada setiap bagian lapisan. Arus tersebut dianggap menjalar lurus di bawah permukaan bumi tanpa ada pembelokan. Sehingga dapat dikatakan bahwa bumi dianggap sebagai bentuk homogen isotropik. Pada Gambar 2.4 menunjukkan arus listrik yang dialirkan ke permukaan bumi selalu tegak lurus terhadap bidang ekuipotensialnya. Dimana elektroda arus dan elektroda potensial ditempatkan pada permukaan yang isotropik (Telford dkk., 1990)



Gambar 2.2 Aliran yang berasal dari satu sumber arus di permukaan bumi yang homogen isotropik (Telford dkk., 1990).

Adapun nilai resistivitas yang dihasilkan dari pengukuran 4 elektroda tersebut dapat disebabkan oleh beberapa parameter geologis, diantaranya kandungan mineral logam, homogenitas tiap tanah, kandungan aquifer, konsentrasi garam terlarut, porositas, permeabilitas, suhu dan derajat saturasi air pada batuan. Parameter geologis tersebut menyebabkan hasil pengukuran resistivitas pada permukaan bukanlah hasil nilai yang sebenarnya, namun merupakan hasil dari campuran nilai resistivitas dari berbagai macam tanah. Selain itu, nilai resistivitas yang diperoleh juga memiliki nilai yang berbeda-beda pada setiap titiknya, sehingga menjadi tidak beraturannya bidang ekuipotensial. Tabel 2.1 merupakan nilai resistivitas batuan dari suatu bahan. (Loke, 1999).

Tabel 2.1 Nilai Resistivitas beberapa batuan, mineral, dan kimia (Loke, 1999).

Material	Resistivitas ($\Omega \cdot m$)	Konduktivitas (Siemen/m)
Batuan Beku dan Metamorf		
Granit	$5 \times 10^3 - 10^6$	$10^{-6} - 2 \times 10^{-4}$
Basal	$10^3 - 10^6$	$10^{-6} - 10^{-3}$
Batu Kapur	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$	$2,5 \times 10^{-8} - 1,7 \times 10^{-3}$
Marmer	$10^2 - 1,5 \times 10^8$	$4 \times 10^{-9} - 10^{-2}$
Kuarsa	$10^2 - 2 \times 10^8$	$5 \times 10^{-9} - 10^{-2}$
Batuan Sedimen		
Batu Pasir	$8 - 4 \times 10^3$	$2,5 \times 10^{-4} - 0,125$
Serpih	$20 - 2 \times 10^3$	$5 \times 10^{-4} - 0,05$
Batu Gamping	$50 - 4 \times 10^2$	$2,5 \times 10^{-3} - 0,02$

Tanah dan Air		
Tanah Liat	1 – 100	0,01 – 1
Alluvium	10 – 800	$1,25 \times 10^{-3} - 0,1$
Air Tanah	10 – 100	0,01 – 0,1
Air Laut	0,2	5
Bahan Kimia		
Besi	$9,074 \times 10^{-8}$	$1,102 \times 10^7$
0.01 M Potasium Klorida	0,708	1,413
0.01 M Sodium Klorida	0,843	1,185
0,01 M Asam Asetat	6,13	0,163
Xilena	$6,998 \times 10^{16}$	$1,429 \times 10^{17}$

2.6 Metode Geolistrik Resistivitas

Metode geolistrik adalah salah satu metode yang digunakan untuk eksplorasi di bidang geofisika. Metode ini menggunakan konsep penjalaran aliran arus listrik ke dalam bumi sehingga dapat mendeteksi bawah permukaan bumi. Besaran fisis yang diamati meliputi nilai tahanan jenis batuan yang diakibatkan oleh medan potensial dan arus yang diinjeksikan ke permukaan bumi. Nilai tahanan jenis batuan yang dimaksud dapat berupa derajat saturasi air, porositas, permeabilitas, dan formasi batuan (Telford, dkk., 1990).

Metode resistivitas atau metode tahanan jenis merupakan metode yang mengukur resistivitas listrik volume tanah yang berada di bawah permukaan. Pada metode ini gambaran dan susunan lapisan batuan yang dihasilkan sesuai dengan kelistrikan batumannya. Sehingga dapat mengetahui perbedaan tahanan jenis dari berbagai jenis tanah pada setiap sistem perlapisan (Muallifah, 2009 dan Tushmalani, 2010).

Cocok dengan kedalaman dangkal, metode geolistrik resistivitas banyak digunakan untuk pencarian air tanah, memonitor pencemaran air dan tanah,

eksplorasi geotermal, aplikasi geoteknik, pencarian bahan tambang, bahkan digunakan juga dalam bidang arkeologi. Eksplorasi dengan kedalaman dangkal, metode geolistrik resistivitas dapat memetakan kedalaman yang berkisar 100 m – 200 m di bawah permukaan tanah. Dalam jarak yang terbilang dangkal informasi yang diperoleh memiliki keakuratan yang cukup tinggi (Simpson, 2015).

Metode geolistrik resistivitas dapat dinyatakan dengan Hukum Ohm. Hukum Ohm dinyatakan sebagai hubungan antara tegangan listrik (V) dan arus listrik (I). Dimana aliran partikel bermuatan listrik terjadi apabila ditemukannya beda potensial, elektron akan bergerak dari potensial rendah ke potensial tinggi, sehingga partikel listrik akan berpindah dari potensial tinggi (positif) menuju potensial rendah (negatif). Suatu besar kecilnya arus listrik yang mengalir bergantung pada jenis penghantar yang digunakan. Kemampuan suatu penghantar listrik dalam mengalirkan arus listrik disebut konduktivitas. Adapun lawan dari konduktivitas yaitu resistivitas. Hubungan antara beda potensial (V), arus listrik (I), dan hambatan (R) dapat dinyatakan (Saefullah, dkk., 2018):

$$R = \frac{V}{I} \quad (1)$$

dengan:

R = resistansi yang diukur (Ω)

V = tegangan (V)

I = kuat arus (A)

Pada kenyataannya, hambatan yang dihasilkan dapat tergantung dari sifat kelistrikan suatu material serta ukurannya. Semakin tebal suatu material konduktif, maka akan semakin banyak elektron yang melewati material konduktif tersebut. Oleh karena itu, suatu resistivitas dapat di definisikan sebagai kemampuan suatu bahan atau material untuk dapat menghambat arus listrik yang dialiri pada bahan yang bersifat konduktif (Valenta, 2015 dan Telford dkk., 1990):

$$\rho = R \frac{A}{L} \quad (2)$$

dari persamaan (1) kemudian disubstitusikan ke persamaan (2) sehingga akan diperoleh suatu persamaan baru sebagai berikut:

$$\rho = \frac{AV}{IL} \quad (3)$$

dengan:

ρ = resistivitas bahan (Ωm)

R = resistansi yang diukur (Ω)

A = luas penampang (m^2)

L = panjang medium (m)

2.7 Metode Geolistrik *Time-Lapse*

Metode *time-lapse* merupakan metode yang memanfaatkan pengamatan antar waktu. Pengamatan antar waktu tersebut menerapkan sistem pengamatan berulang dengan pola waktu pengamatan tertentu atau lebih dikenal dengan kegiatan monitoring. Metode ini menggunakan data pengambilan awal sebagai acuan untuk pengamatan berikutnya dengan selang waktu tertentu. Dalam perkembangannya, metode *time-lapse* mulai diterapkan ke dalam berbagai metode salah satunya ialah metode geolistrik (Abdullah, 2017).

Metode geolistrik *time-lapse* adalah gabungan antara metode geolistrik dan metode *time-lapse*, dimana diartikan sebagai pengamatan bawah permukaan tanah dengan mengandalkan arus listrik dalam pola waktu pengamatan. Hal ini didasarkan bahwa suatu sifat resistivitas di bawah permukaan dalam waktu tertentu memiliki perubahan sifat, sehingga dapat dilakukan pengamatan. Pengamatan tersebut dapat berupa pergerakan lindi, pola anomali resistivitas, lapisan sedimen, dan lainnya (Radulescu dkk., 2007; Pellicer dkk., 2012; dan Dzulfahmi dkk., 2019).

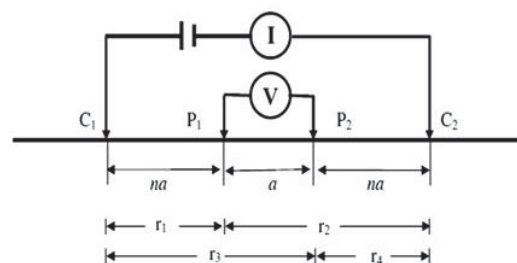
Menurut Radulescu dkk., (2007) dalam mengidentifikasi bawah permukaan menggunakan metode geolistrik tidak hanya cukup memasukkan unsur ruang atau yang dimaksud dengan penggambaran suatu objek penelitian. Hal tersebut

dikarenakan pada suatu objek penelitian bawah permukaan terdapat perubahan dari sebaran aliran di bawah permukaan, sehingga mempengaruhi resistivitas maupun konduktivitas. Oleh karena itu, perlu dimasukkan unsur waktu untuk mengamati perubahan dari resistivitas maupun konduktivitas yang terdapat di bawah permukaan.

2.8 Konfigurasi *Wenner-Schlumberger*

Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* adalah gabungan dari dua konfigurasi geolistrik yakni, konfigurasi *Wenner* dan *Schlumberger*. Gabungan kedua metode ini memberikan gambaran kondisi bawah permukaan dengan lebih akurat. Hal ini dikarenakan mampu mendeteksi perlapisan batuan secara lateral dengan kedalaman yang bervariasi di bawah permukaan bumi (Utuya, 2015).

Menurut Loke (1999), konfigurasi *Wenner-Schlumberger* merupakan penyempurnaan dari masing-masing konfigurasi *Wenner* dan konfigurasi *Schlumberger*. Konfigurasi *Wenner* memiliki susunan potensial dengan jarak yang relatif besar antar elektroda potensial dibandingkan dengan jarak elektroda potensial dan arus. Akibatnya, potensial yang terbaca akan cukup besar. Konfigurasi *Wenner* cocok untuk pengukuran area yang memiliki tingkat *noise* tinggi. Sedangkan konfigurasi *Schlumberger* memiliki susunan potensial yang serbaguna. Hal ini dikarenakan susunan elektroda yang digunakan adalah susunan gradien dan cenderung tidak konstan, dimana anomali yang diukur lebih kecil dan terlokalisasi lebih baik dibandingkan dengan konfigurasi *Wenner*. Sehingga, pada penggabungan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* memiliki beberapa kelebihan seperti cakupan horizontal lebih baik dan lebih lebar daripada konfigurasi *Wenner* maupun konfigurasi *Schlumberger*.



Gambar 2.5 Susunan dua elektroda arus dan dua elektroda potensial pada geolistrik (Telford dkk., 1990).

Gambar 2.5 merupakan konsep susunan elektroda pada konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Diketahui pada gambar bahwa C_1 dan C_2 merupakan elektroda arus sedangkan P_1 dan P_2 merupakan elektroda potensial. Elektroda potensial P_1 dan P_2 berada diantara elektroda arus C_1 dan C_2 . Sehingga jarak C_1 dan P_1 diasumsikan sebagai na , jarak P_1 dan P_2 diasumsikan sebagai a , dan jarak P_2 dan C_2 diasumsikan kembali sebagai na , dengan n adalah suatu bilangan asli (1, 2, 3, dan seterusnya). Oleh karena itu, suatu n akan bertambah besar seiring dengan bertambah besarnya kedalaman objek penelitian.

Pada Gambar 2.5 ditunjukkan bahwa jarak antara C_1 dan P_1 disebut sebagai na , jarak antara P_1 dan P_2 disebut a , dan jarak antara P_2 dan C_2 disebut na . Sehingga dapat dikatakan juga C_1 - P_1 atau na adalah r_1 , P_1 - C_2 atau $na+a$ adalah r_2 , C_1 - P_2 atau $na+a$ adalah r_3 , dan P_2 - C_2 atau na adalah r_4 . Hubungan tersebut dapat dinyatakan sebagai faktor geometri dengan bentuk turunan rumus dan persamaan sebagai berikut:

$$k = 2\pi \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]^{-1}$$

$$k = \frac{2\pi}{\left[\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right]}$$

$$k = \frac{2\pi}{\left[\frac{1}{na} - \frac{1}{na+a} - \frac{1}{na+a} + \frac{1}{na} \right]}$$

$$k = \frac{2\pi}{\left[\frac{1}{(a)n} - \frac{1}{(a)(n+a)} - \frac{1}{(a)(n+1)} + \frac{1}{(a)n} \right]}$$

$$k = \frac{2\pi}{\left[\frac{1}{n} - \frac{1}{(n+1)} - \frac{1}{(n+1)} + \frac{1}{n} \right] \left[\frac{1}{a} \right]}$$

$$k = \frac{2\pi a}{\left[\frac{1}{n} + \frac{1}{n} - \frac{1}{(n+1)} - \frac{1}{(n+1)} \right]}$$

$$k = \frac{2\pi a}{\left[\frac{2}{n} - \frac{2}{(n+1)} \right]}$$

$$\begin{aligned}
 k &= \frac{2\pi a}{\left[\frac{2(n+1) - 2(n)}{n(n+1)} \right]} \\
 k &= \frac{2\pi a n(n+1)}{2(n+1) - 2(n)} \\
 k &= \frac{2\pi a n(n+1)}{2n + 2 - 2n} \\
 k &= \frac{2\pi a n(n+1)}{2} \\
 k &= \pi a n(n+1) \tag{4}
 \end{aligned}$$

Nilai resistivitas untuk metode *Wenner-Schlumberger* dapat ditentukan dengan faktor geometri persamaan (4) melalui persamaan:

$$\rho = k \frac{\Delta V}{I} \tag{5}$$