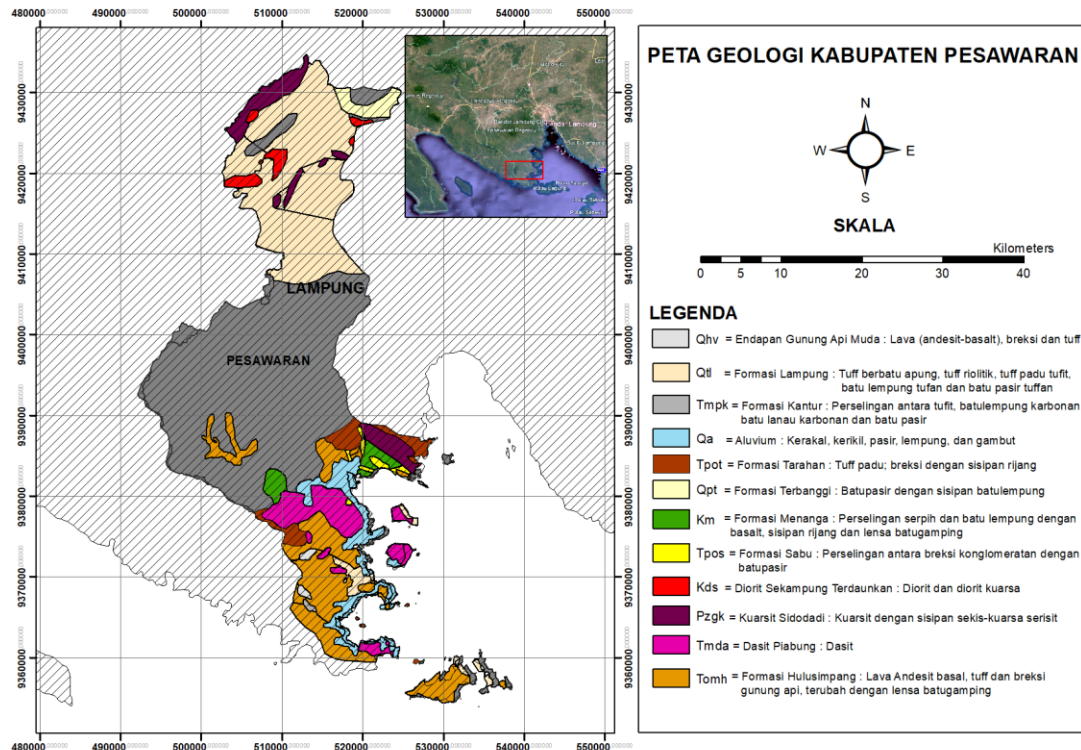


BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Geologi Regional

Provinsi Lampung terletak pada daerah Pulau Sumatera ujung Tenggara dengan Posisi 103°40'-105°50' Bujur Timur dan 3°45'-6°45' Lintang Selatan, berbatasan dengan Provinsi Bengkulu dan Provinsi Sumatera Selatan di sebelah Utara, Selat Sunda di sebelah Selatan dan Samudra Hindia di sebelah Timur. Provinsi Lampung terbagi menjadi 4 Lembar Geologi Regional, yaitu Lembar Tanjung Karang, Lembar Kota Agung, Lembar Batu Raja, dan Lembar Menggala (Suharno dkk., 2014).

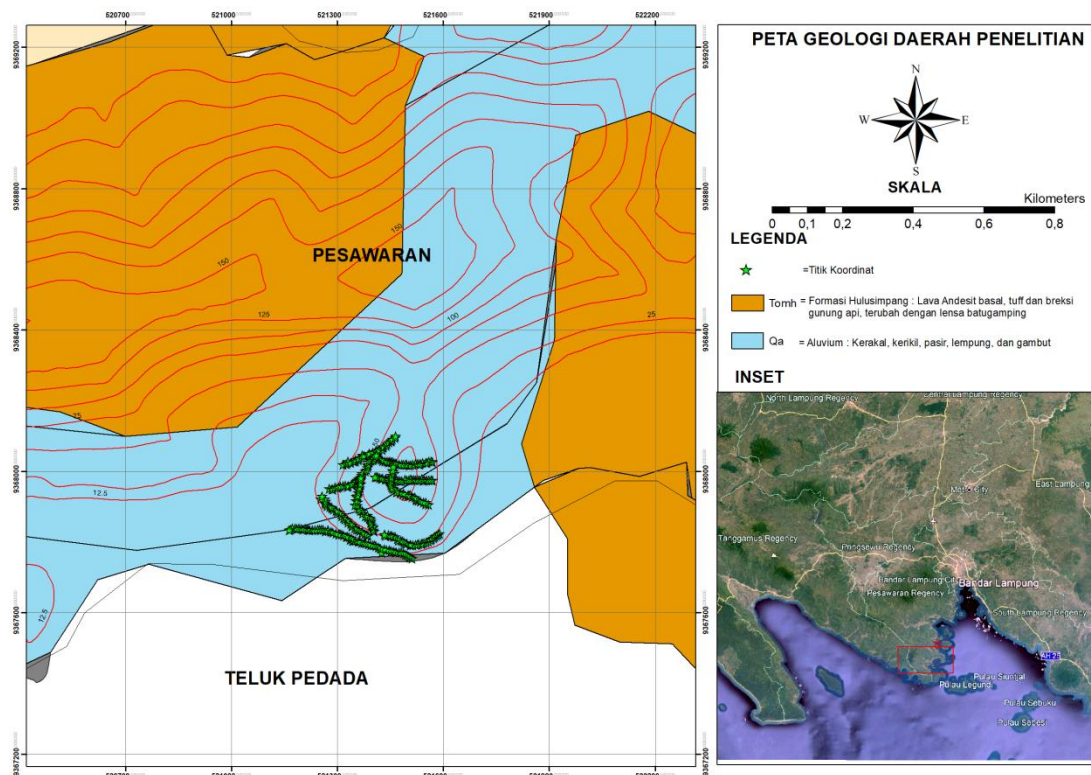
Daerah Penelitian masuk kedalam Lembar Tanjung Karang yang terletak pada daerah Kekatang, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung seperti pada Gambar 2.1. Pada daerah sekitar daerah penelitian terdapat Formasi Aluvium (Qa), Formasi Lampung (QTI), Formasi Hulusimpang (Tomh), dan Formasi Tarahan (Tpot).



Gambar 2.1 Peta Geologi Kabupaten Pesawaran (Mangga dkk., 1993).

2.2 Geologi Daerah Penelitian

Titik penelitian yang dilakukan berada pada Formasi Aluvium (Qa) dan daerah sekitar didominasi oleh Formasi Hulusimpang (Tomh) pada lembar Tanjung karang seperti pada Gambar 2.2 (yang ditunjukkan oleh titik berwarna merah). Formasi Hulusimpang (Tomh) terdiri dari batuan lava andesit basal, tuf dan breksi gunungapi terubah dengan lensa batugamping dan Formasi Aluvium (Qa) terdiri dari batuan kerakal, kerikil, pasir, lempung dan gambut (Mangga dkk., 1993). Kedua formasi ini tersusun saling menimpa, pengendapan Formasi Hulusimpang (Tomh) berada pada lapisan bawah yang terbentuk pada periode tektonik regional pertengahan Oligosen akhir dan disusul Formasi Aluvium (Qa) yang terbentuk pada periode Holosen.

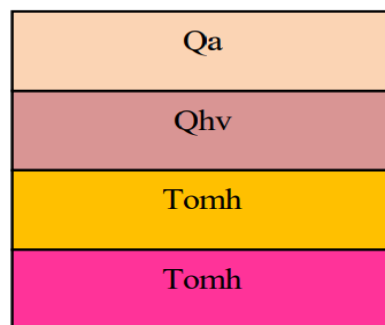


Gambar 2.2 Peta Regional Penelitian (Mangga dkk., 1993).

2.3 Stratigrafi Regional

Stratigrafi Regional daerah penelitian disusun oleh batuan-batuan Runtuhan Tersier, dan Runtuhan Kuarter. Runtuhan Tersier terdiri dari runtuhuan batuan gunung api busur benua dan sedimen yang diendapkan di tepi gunungapi dan terendap bersama secara luas, berupa Formasi Sabu, Campang dan Tarahan yang berumur Paleosen hingga Oligosen. Formasi ini ditindih tak selaran oleh Formasi Hulusimpang yang berupa batuan gunung api berumur Oligosen akhir hingga Miosen awal. Runtuhan Kuarter terdiri dari Lava Plistosen, Breksi dan tufa bersusunan Andesit-Basal di Lajur Barisan, Basal Sukadana celah di Lajur Palembang, batugamping terumbu dan Sedimen Aluvium Holosen (Kisman & Sutisna, 2016).

Pada titik penelitian stratigrafi geologi berupa Formasi Tarahan (Tpot) merupakan formasi tertua yang terbentuk pada periode Paleosen hingga Oligosen, ditindih oleh Formasi Hulusimpang (Tomh) yang terbentuk pada periode Oligosen akhir hingga Miosen awal Pengendapan Formasi Hulusimpang di Lajur Barisan di Lingkungan laut dangkal sampai daratan berupa batuan yang terbentuk secara ekstrusi kemudian ditindih oleh Endapan Gunung Api Muda (Qhv) karena terjadi kegiatan gunung api yang luas pada Miosen akhir terbentuk batuan ekstrusi berlanjut hingga periode Holosen dan terbentuk Formasi Aluvium (Qa) (Setiawan dkk., 2005), Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Stratigrafi Daerah Penelitian (Suharno dkk., 2014).

2.4 Metode Geolistrik

Metode geolistrik merupakan ilmu yang mempelajari struktur bawah permukaan tanah dengan menggunakan sifat-sifat listrik batuan, formasi batuan atau bagian dari suatu batuan di dalam permukaan bumi. Metode geolistrik resistivitas merupakan sebuah metode yang menggunakan arus listrik yang diinjeksikan ke dalam tanah melalui elektroda arus sebagai penghantar, kemudian didapatkan nilai potensial dan nilai arus. Elektroda yang digunakan disusun dengan jarak yang telah diatur sesuai dengan prosedur yang ada atau disebut dengan konfigurasi elektroda. Nilai resistivitas didapatkan dengan melakukan perhitungan dari nilai arus dan nilai potensial yang didapat (Telford dkk., 1990).

Metode geolistrik resistivitas memiliki dua teknik utama dalam pengukuran yaitu metode geolistrik resistivitas *sounding* yaitu merupakan teknik yang mempelajari variasi resistivitas batuan di bawah permukaan bumi secara vertikal. Pengukuran titik amat dilakukan dengan cara mengubah dan mengatur variasi jarak antar elektroda. Dari jarak elektroda terkecil hingga besar, jarak elektroda yang semakin besar akan mendeteksi lapisan batuan yang semakin dalam dan metode geolistrik resistivitas *Mapping* yang merupakan teknik yang mempelajari variasi resistivitas lapisan bawah permukaan secara horizontal. Metode ini menggunakan variasi jarak elektroda yang tetap pada semua titik amat seperti teknik pengukuran *sounding* di permukaan bumi dan bergerak sesuai lintasan (Reynolds, 2011).

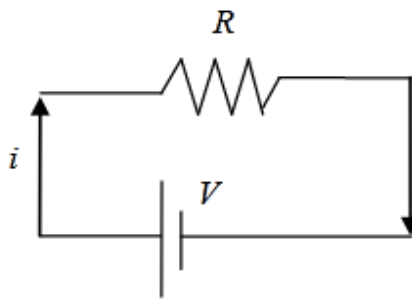
2.5 Konsep Metode Geolistrik Resistivitas

Konsep dasar metode geolistrik resistivitas adalah Hukum Ohm yang dikemukakan oleh George Simon Ohm tahun 1862 berdasarkan eksperimen menentukan hubungan antara tegangan V pada penghantar dan arus listrik I yang melalui penghantar dalam batas-batas karakteristik parameter penghantar yang disebut dengan resistansi R (Lowrie, 2007). Tegangan V antara ujung-ujung penghantar adalah sama dengan hasil dari perkalian antara resistansi dan arus listrik serta mengasumsikan bahwa resistansi adalah konstan (Jati dkk., 2010), dengan persamaan sebagai berikut

$$V = IR$$

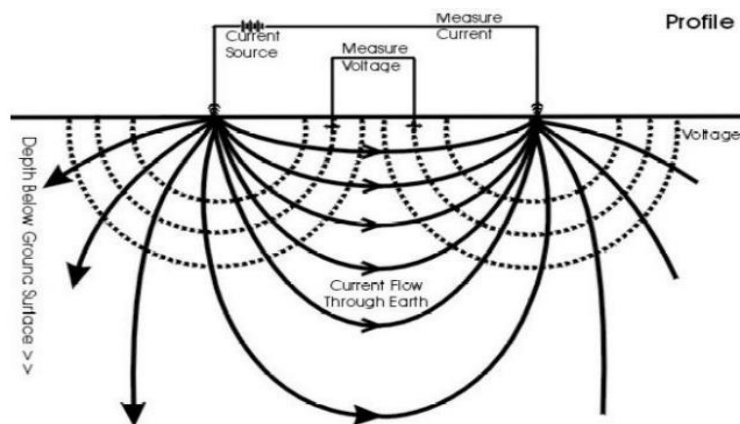
(2.1)

Aliran arus listrik I hanya akan terjadi dalam *loop* tertutup, dimana dalam *loop* tertutup terdiri dari tegangan V dan resistansi R yang terhubung sehingga menyebabkan terjadinya aliran arus listrik. Aliran muatan listrik pada suatu penghantar ditentukan oleh faktor resistansi R dari penghantar dan tegangan V (Hartono dkk., 2018). Contoh rangkaian listrik dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.4 Rangkaian Hubungan Resistansi, Arus, dan Tegangan (Jati dkk., 2010).

Pada metode geolistrik resistivitas, bumi merupakan medium yang digunakan dan berdasarkan hal tersebut, penjalaran arus yang dihasilkan dari injeksi arus melalui elektroda akan bergerak ke segala arah sehingga akan berbentuk setengah lingkaran dan mengasumsikan permukaan bumi yang datar (Luthfiana, 2009).



Gambar 2.5 Penjalaran Arus dan Beda Potensial Dalam Metode Geolistrik (Luthfiana, 2019).

2.6 Resistivitas Semu

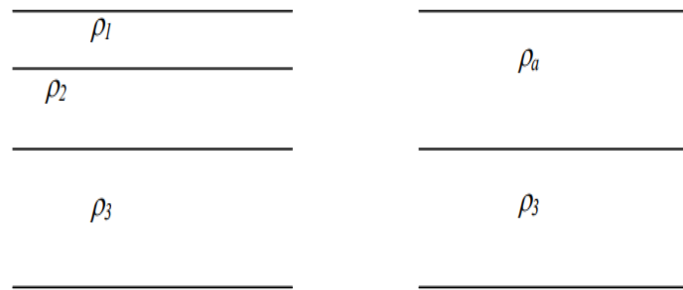
Metode geolistrik resistivitas mengasumsikan bahwa bumi memiliki sifat homogen isotropis. Asumsi tersebut dapat memberikan gambaran bahwa pada saat melakukan pengukuran, besaran nilai resistivitas menunjukkan nilai besaran resistivitas yang tidak bergantung pada jarak elektroda potensial yang dipakai dan pengukuran yang dilakukan menganggap kondisi bumi yang sesungguhnya tidak berlaku, pada kondisi bumi sesungguhnya bumi terdiri lapisan-lapisan dengan resistivitas yang berbeda, perbedaan ini yang menyebabkan resistivitas saat pengukuran tergantung pada jarak elektroda potensial. Resistivitas yang terukur dengan menganggap bumi bersifat homogen isotropis merupakan resistivitas semu atau *apparent resistivity* (Ula dkk., 2017).

Resistivitas semu menurut Telford dkk. (1990), dapat dirumuskan sebagai berikut

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.2)$$

Nilai K merupakan nilai faktor geometri yang digunakan dimana memiliki arti nilai besaran koreksi letak dua elektroda potensial terhadap letak dua elektroda arus pada saat pengukuran dan mengukur nilai beda potensial (ΔV) dan nilai arus (I), dari nilai ini didapatkan nilai resistivitas semu (ρ_a) (Reynolds, 2011).

Resistivitas sebenarnya atau *true resistivity* adalah ketika arus melewati suatu lapisan dan menghasilkan nilai beda potensial sehingga nilai resistivitas yang dimiliki oleh lapisan yang diukur tidak dipengaruhi oleh lapisan lain dan dapat berasumsi bahwa bumi pada kondisi sesungguhnya (Reynolds, 2011). Resistivitas adalah besaran yang menjelaskan baik buruknya bahan atau material dalam menghantarkan listrik (Suyoso, 2003). Seperti pada Gambar 2.4 yang menunjukkan ρ_1 dan ρ_2 merupakan nilai resistivitas lapisan yang berbeda dan ρ_a merupakan nilai resistivitas semu yang menganggap bumi bersifat homogen isotropis.



Gambar 2.6 Konsep Resistivitas Semu dan Resistivitas Sebenarnya (Rahmawati, 2009).

2.7 Resistivitas Batuan

Nilai resistivitas dari batuan dan mineral memiliki variasi resistivitas yang berbeda-beda dikarenakan karakteristik dari batuan tersebut. Sedangkan nilai densitas dipengaruhi oleh kepadatan kecepatan gelombang elastis dan radioaktif. Jenis batuan biasanya mempengaruhi nilai resistivitas yang dimiliki seperti batuan beku memiliki nilai resistivitas yang tinggi, batuan sedimen memiliki nilai resistivitas yang rendah dan batuan metamorf memiliki nilai resistivitas yang menengah sehingga karakteristik mempengaruhi nilai resistivitas yang ada. Karakteristik yang mempengaruhi adalah porositas, densitas, permeabilitas, bentuk pori-pori, kandungan mineral dan lain sebagainya yang terdapat pada batuan tersebut (Telford dkk, 1990).

Karakteristik yang berpengaruh pada nilai resistivitas batuan menyebabkan harga dari nilai resistivitas batuan tidak pasti. Adapun variasi nilai resistivitas batuan dan mineral yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai Resistivitas Batuan (Telford dkk., 1990).

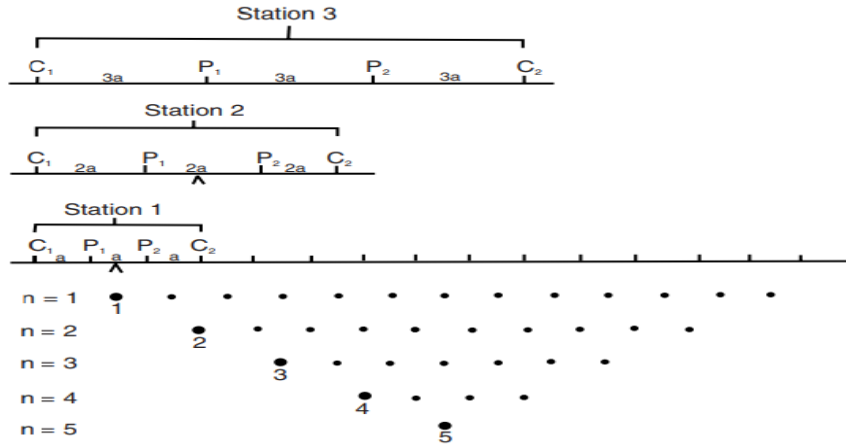
Jenis Batuan	Resistivitas (Ωm)	Jenis Batuan	Resistivitas (Ωm)
pyrite (Pirit)	$1 \times (10^2) - 1 \times (10^2)$	Shales (Serpil)	$2 \times (10^1) - 2 \times (10^3)$
Quartz (Kuarsa)	$5 \times (10^2) - 8 \times (10^5)$	Sand (Pasir)	$1 \times (10^0) - 1 \times (10^3)$
Calcite (Kalsit)	$1 \times (10^{12}) - 1 \times (10^{13})$	Lempung	$1 \times (10^0) - 1 \times (10^2)$
Rock Salt	$3 \times (10^1) - 1 \times (10^{13})$	Air Tanah	$5 \times (10^{-1}) - 3 \times (10^2)$
Granite (Granit)	$2 \times (10^2) - 1 \times (10^5)$	Air Asin	$2 \times (10^{-1})$
Andesit	$1.7 \times (10^2) - 45 \times (10^4)$	Magnetit	$1 \times (10^{-2}) - 1 \times (10^3)$
Basalt	$2 \times (10^2) - 1 \times (10^5)$	Krikil Kering	$6 \times (10^2) - 1 \times (10^4)$
Gamping	$5 \times (10^2) - 1 \times (10^5)$	Aluvium	$1 \times (10^1) - 8 \times (10^1)$
Batupasir	$2 \times (10^2) - 8 \times (10^3)$	Krikil	$1 \times (10^2) - 6 \times (10^2)$
Breksi	$75 \times (10^{-1}) - 2 \times (10^2)$	Silt (Lanau)	$1 \times (10^1) - 2 \times (10^2)$
Batulupur	$3 \times (10^0) - 7 \times (10^1)$	Tufa Vulkanik	$2 \times (10^1) - 1 \times (10^2)$
Konglomerat	$2 \times (10^3) - 1 \times (10^4)$	Lava	$1 \times (10^2) - 1 \times (10^4)$

2.8 Electrical Resistivity Tomography (ERT)

Electrical Resistivity Tomography (ERT) merupakan metode pencitraan lapisan bawah permukaan bumi yang mengukur sifat kelistrikan batuan dibawah permukaan bumi menggunakan nilai resistivitas batuan bawah permukaan bumi. Nilai resistivitas yang didapatkan merupakan nilai resistivitas semu pada jarak dan kedalaman yang ditentukan oleh jarak spasi elektroda dan konfigurasi yang digunakan. Titik nilai resistivitas yang didapatkan disebut dengan datum. ERT memberikan sayatan permukaan secara vertikal. Gambaran ini disebut juga sebagai *pseudosection resistivity* vertikal bawah permukaan. ERT ini dapat mengetahui gambaran lapisan batuan bawah permukaan dan ketebalan lapisan batuan pada lintasan pengukuran (Wijatmoko dkk., 2012).

Teknik ini menghasilkan titik datum yang dapat memberikan gambaran lapisan bawah permukaan secara horizontal dan vertikal. Dalam pengukuran yang dilakukan 4 elektroda disusun dengan jarak spasi a yang telah ditentukan kemudian diinjeksikan arus, nilai yang didapat dihitung dan didapatkan nilai resistivitas semu. 4 elektroda tersebut bergeser satu spasi secara lateral hingga batas lintasan yang telah ditentukan. Kemudian jarak antar elektroda naik satu tingkat. Kenaikan jarak antar elektroda n

dilakukan terus menerus dari $n = 1, 2, 3$ dan seterusnya asalkan tidak melebihi panjang lintasan yang telah ditentukan (Reynolds, 2011). Ilustrasi teknik ERT dapat dilihat pada Gambar 2.7.

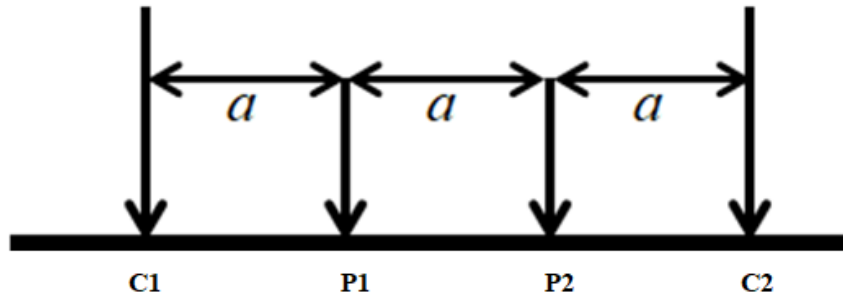


Gambar 2.7 Contoh Urutan Pengukuran Dalam Penampang Resistivitas Semu (Reynolds, 2011).

2.9 Konfigurasi Wenner

Konfigurasi *Wenner* merupakan salah satu konfigurasi yang sering digunakan dalam eksplorasi geolistrik dengan susunan jarak spasi sama panjang. Jarak antara elektroda arus adalah tiga kali jarak elektroda potensial, jarak potensial dengan titik amatnya adalah $2/a$, maka jarak masing elektroda arus dengan titik amatnya adalah $2/3a$. Target kedalaman yang mampu dicapai pada metode ini adalah $2/a$. Dalam akuisisi data lapangan susunan elektroda arus dan potensial diletakkan simetri dengan titik amat. Pada konfigurasi *Wenner* jarak antara elektroda arus dan elektroda potensial adalah sama (Telford dkk., 1990).

Susunan elektroda *wenner* adalah C_1 - P_1 - P_2 - C_2 . *Wenner* memiliki nilai sensitivitas paling besar dibawah pusat konfigurasi. Oleh sebab itu konfigurasi ini sensitif terhadap perubahan vertikal dan kurang sensitif terhadap perubahan horizontal. Karena Faktor geometri Konfigurasi *Wenner* memiliki sinyal yang kuat dan cocok digunakan untuk daerah yang memiliki noise yang tinggi (Telford dkk., 1990), seperti pada Gambar 2.8.



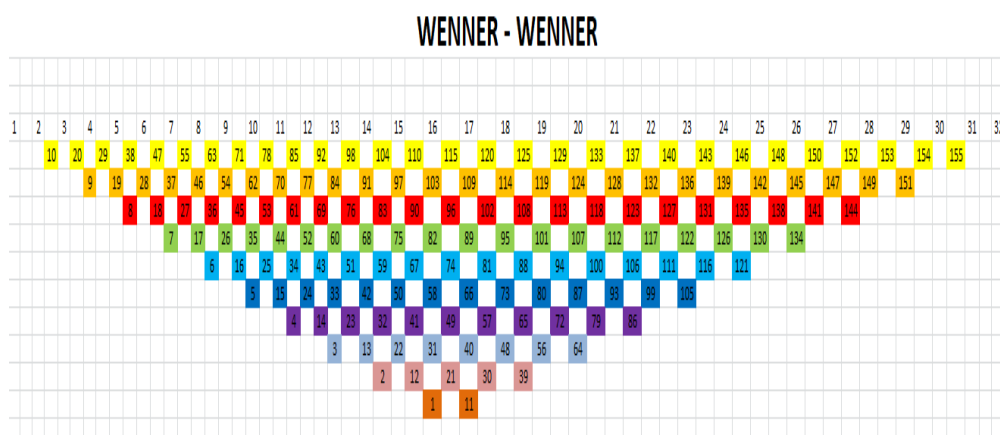
Gambar 2.8 Konfigurasi *Wenner* (Telford dkk., 1990).

Dari Gambar 2.8 dan mengacu pada Telford dkk. (1990), persamaan faktor geometri konfigurasi *Wenner* adalah:

$$K = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a}\right) - \left(\frac{1}{2a} - \frac{1}{a}\right)\right]} \quad (2.3)$$

$$K = 2\pi$$

Pengukuran menggunakan metode geolistrik ideal dilakukan pada daerah yang memiliki permukaan tanah yang landau, namun biasanya keadaan permukaan tanah di lapangan bervariasi sehingga kemiringan tanah dapat diabaikan bila memiliki kemiringan lebih kecil 15° (Milson & John, 2003). Contoh jumlah datum dengan menggunakan 32 elektroda dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Jumlah Datum Dengan Menggunakan 32 Elektroda.

2.10 Batuan Andesit

Batuan andesit merupakan batuan merupakan batuan beku yang terbentuk di atas permukaan bumi atau disebut dengan batuan ekstrusi (Dewi, 2019). Batuan andesit merupakan batuan intermediate yang berasal dari magma yang mendingin dan mengeras pada permukaan bumi ataupun aktivitas gunung api dan secara umum terdiri dari batuan andesit padat, berpori dan antara (Khosama, 2012). Andesit merupakan batuan yang memiliki tekstur kasar, memiliki kandungan mineral yang terdiri dari *olivine*, *piroksen*, *hornblende* dan *plagioklas*. Pada umumnya batuan andesit memiliki warna abu-abu segar (Hardiyono, 2013). Batuan andesit memiliki nilai densitas atau massa jenis ideal antara 2,59-2,86 gram/cm^3 , dirata-ratakan menjadi 2,72 gram/cm^3 (Zaenudin dkk., 2017).

Batuan Andesit sebagai bahan bangunan dimanfaatkan sebagai pembentuk pondasi bangunan, pembuatan jembatan serta pengaspalan jalan (Putra dkk., 2019). Batuan andesit memiliki sifat masif, keras dan tahan terhadap hujan (Rinawan, 2000). Batuan andesit memiliki bentuk butir kasar dan merupakan batuan tertua dikawasan pegunungan. Batuan andesit memiliki kandungan mineral silika yang tinggi (SiO_2), sehingga mampu menjadi tambahan dalam infrastruktur material bangunan (Dewi, 2019). Tidak semua batuan andesit dapat menjadi material bangunan karena batuan andesit yang dapat digunakan hanya batuan andesit yang telah melalui tes uji kuat tarik, kuat tekan, kuat geser dan densitas. Hasil tes yang dilakukan dapat memperlihatkan elastisitas batuan dan sifat fisika lainnya pada batuan andesit. Batuan andesit juga memiliki fungsi sebagai hiasan dinding, lantai pinggir kolam dan sebagai penutup lampu taman dalam skala rumah tangga (Baskara, 2019)