

**APLIKASI METODE GEOLISTRIK UNTUK Mencari Keberdaan
Rongga Menggunakan Konfigurasi Dipole-Dipole
dengan Pemodelan 2D dan 3D Berdasarkan Model
Laboratorium**

(Skripsi)

Oleh

RISA ULFIYANA

1715051053



**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

**APLIKASI METODE GEOLISTRIK UNTUK Mencari Keberdaan
Rongga Menggunakan Konfigurasi Dipole-Dipole
Dengan Pemodelan 2D dan 3D Berdasarkan Model
Laboratorium**

Oleh

RISA ULFIYANA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

APLIKASI METODE GEOLISTRIK UNTUK MENCARI KEBERDAAN RONGGA MENGGUNAKAN KONFIGURASU DIPOLE-DIPOLE DENGAN PEMODELAN 2D DAN 3D BERDASARKAN MODEL LABORATORIUM

Oleh

Risa Ulfiyana

Studi tentang bawah tanah dengan geofisika bertujuan untuk melihat seberapa jauh metoda ini dapat memberi gambaran umum ataupun khusus tentang morfologi rongga di bawah permukaan. Pada penelitian ini dibuat gambaran rongga bawah permukaan dengan skala laboratorium dengan konfigurasi-dipole-dipole ada 2 jenis data yang didapatkan 2D dan 3D yang kemudian hasil pengolahan tersebut dibandingkan dengan model yang sebenarnya pada lapangan. Dimana berdasarkan pemodelan 2D keberadaan rongga berda pada nilai resistivitas 30.0-75.0 Ωm , dengan kdalamn yang berbeda dengan model yang sebenarnya. Dan untuk rekontruksi 3D keberadaan rongga terdapat pada kedalamn 1-2m.

Kata kunci: rongga, konfigurasi *dipole-dipole*, rekonstruksi 3D.

ABSTRACT

APPLICATION OF GEOELECTRIC METHOD TO SEARCH FOR THE EXISTENCE OF Voids USING DIPOLE-DIPOLE CONFIGURATION WITH 2D AND 3D MODELING BASED ON LABORATORY MODELS

By

Risa Ulfiyana

The study of the underground using geophysics aims to see how far this method can provide a general or specific description of the morphology of cavities beneath the surface. In this research, a laboratory scale image of the subsurface cavity was created with a dipole-dipole configuration, there were 2 types of data obtained, 2D and 3D, which were then compared with the actual model in the field. Where, based on 2D modeling, the existence of cavities is at a resistivity value of 30.0-75.0 Ωm , with a different depth from the actual model. And for 3D reconstruction, the cavity is 1-2m deep.

Keywords: Cavity, Dipole-Dipole configuration, 3D reconstruction

Judul Skripsi : **APLIKASI METODE GEOLISTRIK UNTUK
MENCARI KEBERADAAN RONGGA
MENGUNAKAN KONFIGURASI DIPOLE-
DIPOLE DENGAN PEMODELAN 2D DAN 3D
BERDASARKAN MODEL LABORATORIUM**

Nama Mahasiswa : **Risa Ulfyana**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1715051053

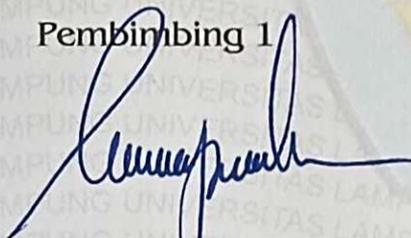
Program Studi : Teknik Geofisika

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

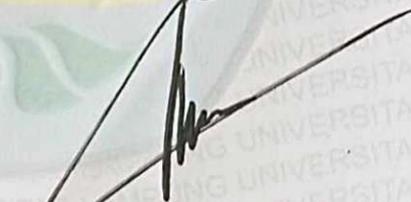
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing 1



Dr. Karyanto, S.Si., M.T.
NIP 19691230 199802 1 001

Pembimbing 2



Prof. Dr. Ir. Muh Sarkowi, S.Si., M.Si., IPU.
NIP 19720626 200012 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika

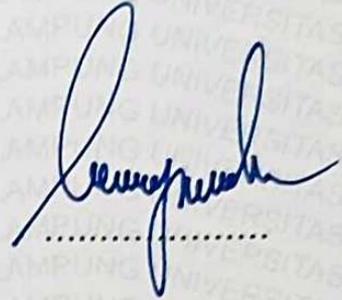


Dr. Karyanto, S.Si., M.T.
NIP 19691230 199802 1 001

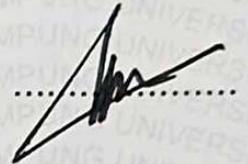
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

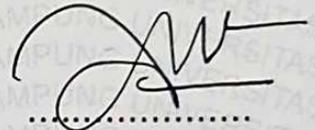
Ketua : **Dr. Karyanto, S.Si., M.T.**



Sekretaris : **Prof. Dr. Ir. Muh Sarkowi, S.Si., M.Si., IPU.**



Anggota : **Rustadi, S.Si., M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik

Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.)

NIP 19750928 200112 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **7 Juni 2024**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis ini bukan merupakan karya dari orang lain melainkan berdasarkan pemikiran saya sendiri, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana. Adapun kutipan tertentu dalam penulisan skripsi ini terdapat karya atau pendapat orang lain yang ditulis menurut sumbernya sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan.

Apabila pernyataan ini tidak benar maka saya bersedia dikenakan sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 20 Juni 2024



Risa Ulfiyana

1715051053

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kabupaten Way Kanan, Lampung, pada tanggal 21 Desember 1999, sebagai anak pertama dari dua bersaudara, anak dari Bapak Ahmad Syukri dan Ibu Asnaini. Penulis beralamat di Kampung Gedung Riang Kecamatan Umpu Semenguk Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung. Penulis beragama Islam dan berkebangsaan Indonesia. Pendidikan yang pernah ditempuh oleh penulis yaitu Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Gedung Riang, Kecamatan Umpu Semenguk, Kabupaten Way Kanan hingga selesai pada tahun 2011 selanjutnya, penulis menempuh pendidikan Sekolah Menengah Pertama di MTS Islamiyah Gedung Riang hingga selesai pada tahun 2014, dan dilanjutkan di SMK Negeri 1 Bardatu Way Kanan hingga tahun 2017.

Selanjutnya, penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung melalui jalur PMPAP sebagai penerima beasiswa. Pada tahun 2020 penulis bergabung menjadi anggota aktif sebagai ketua bidang Sosial Hubungan Masyarakat Himpunan Mahasiswa (HIMA) TG Bhuwana Universitas Lampung.

Pada bulan Juli-Agustus 2020 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) yaitu di Desa Bumi baru Kecamatan Blambangan Umpu Kabupaten Way kanan

Dilanjutkan pada bulan Mei 2021 penulis melakukan kerja praktik dengan mengolah data secara mandiri di Laboratorium Teknik Geofisika yaitu berupa data keberadaan air Tanah yang didapatkan dari PT. Lampung Geosains Survei (LGS).

Pada November 2021, Penulis melakukan penelitian Tugas Akhir (TA) PT. Geoscane Eksplorindo, Tepatnya Di Kecamatan Ujung Berung Kota Bandung Provinsi Jawa Barat. hingga akhirnya penulis menyelesaikan pendidikan sarjananya teknik pada tanggal 3 Juni 2024 dengan judul skripsi “**APLIKASI METODE GEOLISTRIK UNTUK Mencari Keberadaan Rongga Menggunakan Konfigurasi Dipole-Dipole Dengan Pemodelan 2D dan 3D Berdasarkan Skala Laboratorium**”.

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, saya persembahkan skripsi ini kepada:

Allah Subhanahu Wa Ta'ala.

Atas berkat rahmat dan hidayah serta karunia-Nya penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.

***Kedua Orang Tuaku Tercinta
Ayahanda Tercinta Bapak Ahmad Syukri
Ibunda Tercinta Ibu Asnaini***

Berkat Do'a dan kemurnian cinta kasih sayang. Terimakasih atas segala jerih payah ayah dan ibu hingga kebutuhanku dapat dipehuni. Semuanya takkan terbalas, namun akan selalu ku ingat sampai kapanpun, hingga tak terbatas sampai nyawa lepas dikandung badan.

***Adik Tersayang
Angga Ardiansyah***

Terima kasih karena telah menjadi penyemangat dalam mengejar impian.

Teknik Geofisika Universitas Lampung 2017

Terima kasih atas semua yang telah kalian berikan untuk Saya dan atas semua yang telah kalian terima dari Saya.

MOTTO

“Sebesar Apapun Masalahnya, Sebesar apapun Kendalanya Semua itu akan dilewati meski harus bersusah payah.”

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

“Belajarla Menjadi Anak, Kakak, Adik, Pasangan Yang jujur, Karna Sejatinya Kejujuran Diatas Segala-Galanya”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penyusunan Skripsi dengan judul “**APLIKASI METODE GEOLISTRIK UNTUK Mencari Keberdaan Rongga Menggunakan Konfigurasi Dipole-Dipole Dengan Pemodelan 2D dan 3D Berdasarkan Skala Laboratorium**” telah selesai dengan sebaik-baiknya. Terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini. Penulis pun menyadari mungkin masih terdapat kekurangan di dalam penulisan Skripsi ini, sehingga sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga semua yang tertulis di dalam laporan ini dapat memberikan manfaat kepada siapa pun, baik kalangan umum maupun akademisi untuk kemajuan ilmu pengetahuan.

Bandar Lampung, 20 Juni 2024

Penulis,

Risa Ulfiyana

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. yang senantiasa memberikan pertolongan, berkat, dan kemurahan-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi ini. Skripsi ini berjudul **“APLIKASI METODE GEOLISTRIK UNTUK Mencari Keberdaan Rongga Menggunakan Konfigurasi Dipole-Dipole Dengan Pemodelan 2D dan 3D Berdasarkan Skala Laboratorium”**. terselesaikannya penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan kerja sama berbagai pihak. Penulis mengucapkan banyak-banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Karyanto, S.Si., M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Karyanto, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing pertama.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Muh Sarkowi, M.Si, IPU. selaku dosen pembimbing kedua sekaligus sebagai pembimbing akademik.
4. Bapak Rustadi, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji Tugas Akhir.
5. Dosen-dosen Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung yang saya hormati, terima kasih untuk semua ilmu yang diberikan.
6. Ayahandaku tercinta dan Ibundaku tersayang yang selalu memberikan doa, semangat dan dukungan dalam bentuk apapun.
7. Kedua orang tua tercinta serta adikku tersayang yang selalu menjadi kebanggaan hidup penulis Bapak Ahmad Syukri, Ibu Asnaini, dan Adik Ardiansyah

8. Teman-teman yang sama-sama berjuang diakhir, Heni,Vivi,Tajar dan Moza terimakasih sdh saling mengingatkan dan menenmani serta membantu satu sama lain.
9. Teman-teman Teknik Geofisika 2017 yang telah memberikan motivasi dan membantu dalam penyusunan skripsi ini.
10. Serta semua pihak yang terlibat, penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Demikian skripsi ini disusun dengan sebaik-baiknya, harapan penulis agar skripsi ini dapat berguna bagi pembaca. Dalam penulisan skripsi ini tidak terlepas dari kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar menjadi lebih baik lagi kedepannya

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	viii
PERSEMBAHAN	ix
MOTTO	x
KATA PENGANTAR	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Lokasi Peneletian	4
2.2 Pembentukan Rongga	4
III. TEORI DASAR	7
3.1 Metode Geolistrik	7

3.2	Konfigurasi Dipole-Dipole...	13
3.3	Keberadaan Rongga	16
3.4	Pemodelan 2 Dimensi	17
3.5	Pemodelan 3 Dimensi	18
IV. METODOLOGI PENELITIAN		20
4.1	Alat Dan Bahan.....	20
4.2	Waktu dan Tempat Penelitian	20
4.3	<i>Time Schedule</i>	21
4.4	Prosedur Penelitian	22
4.5	Diagram Alir	26
V. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		27
5.1	Data Pengamatan.....	27
5.2	Interpretasi Data.....	27
5.3	Interpretasi Data 2D	27
5.3.1	Lintasan 1.....	28
5.3.2	Lintasan 2.....	29
5.3.3	Lintasan 3.....	30
5.4	interpretasi Penampang 3D Dengan <i>Rocwork 2021</i>	31
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN.....		

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Nilai Resistivitas Batuan dan mineral.....	12
2. <i>Time Schedule</i> Penelitian.....	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pemodel 3D Gua Dago Bandung _____	5
2. Peta Lokasi Daerah Penelitian _____	6
3. Pola Aliran Arus Dan Bidang Equipotensial _____	9
4. Silinder Konduktor _____	9
5. Elektroda Arus Dan Potensial Konfigurasi Dipole-dipole _____	14
6. Model Blok Perhitungan Tahanan Jenis Semu _____	18
7. Blok Model Pada Pemodelan 3D _____	18
8. Pembutan Model Laboratorium _____	22
9. Alat Yang Digunakan Saat Pengambilan Data _____	22
10. Model Benda Bawah Permukaannya _____	23
11. Model dari Tmpa Atas _____	24
12. Diagram Alir Penelitian _____	26
13. Model penampang resistivitas lintasan 1 _____	28
14. Model Benda Pada Lintasan 1 _____	28
15. Model Penampang Resistivitas Lintasan 2 _____	29
16. Model Benda Pada Lintasan 2 _____	29
17. Model Penampang Resistivitas Lintasan 3 _____	30
18. Model Benda Pada Lintasan 3 _____	30
19. Model Pengukuran Pada Lapangan _____	31
20. Pemodelan 3D Dari Software Rockwork 2021 _____	31
21. Pemodelan 3D Dengan Software Rockwork 2021 _____	32

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Metoda geolistrik adalah salah satu metoda geofisika yang didasarkan pada penerapan konsep kelistrikan pada masalah kebumian. Tujuannya adalah untuk memperkirakan sifat kelistrikan medium atau formasi batuan bawah-permukaan terutama kemampuannya untuk menghantarkan atau menghambat listrik (konduktivitas atau resistivitas).

Salah satu metode dalam geofisika adalah metode geolistrik. Metode geolistrik merupakan metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi yang parameternya berupa tahanan jenis dari sebuah material dan dapat dideteksi dari permukaan bumi. Metode geolistrik dilakukan dengan cara menginjeksikan arus listrik ke bawah permukaan tanah sehingga terdapat data yang diperoleh dari hasil pengukuran yang kemudian diolah dan diinterpretasikan sehingga dapat diketahui dugaan kondisi bawah permukaan tanah. Salah satu manfaat metode geolistrik adalah untuk mengidentifikasi utilitas di bawah permukaan tanah (Wijaya 2015).

Studi tentang bawah tanah dengan geofisika bertujuan untuk melihat seberapa jauh metoda ini dapat memberi gambaran umum ataupun khusus tentang morfologi rongga di bawah permukaan. Hasil studi ini dapat dijadikan acuan sebagai aplikasi untuk penelitian sejenis untuk bidang fisika kebumian, keteknikan dan sebagai studi awal untuk mendeteksi benda berongga bawah permukaan.

Pengukuran ini dilakukan di Ujung Berung Bandung, yaitu berupa pengukuran skala laboratorium untuk mendeteksi keberadaan rongga bawah permukaan dengan menggunakan konfigurasi dipole-dipole, yang akan menghasilkan data 2D dan juga 3D.

Studi pemodelan laboratorium sangat penting dilakukan sebagai survei pendahuluan sebelum melakukan penyelidikan lapangan. Dengan melakukan pemodelan laboratorium dapat mengetahui cara kerja efektifitas dari metode geolistrik, hal ini sangat berguna dalam pendeteksi target lapangan. Mengetahui jenis konfigurasi elektroda yang tepat untuk mendeteksi target lapangan dan spasi elektroda yang sesuai dengan konfigurasi yang digunakan.

Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat dijadikan acuan untuk aplikasi lapangan yaitu untuk menentukan tahanan jenis bawah permukaan dan memetakan formasi bawah permukaan sehingga keberadaan benda atau material dibawah permukaan dapat teridentifikasi(Kanata dan Zubaidah, 2008)

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendeteksi keberadaan rongga bawah permukaan.
2. Memodelkan rongga bawah permukaan berdasarkan skala laboratorium pada pengukuran 2D.
3. Merekonstruksi rongga bawah permukaan berdasarkan skala laboratorium pada pengukuran 3D.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah penelitian ini hanya dibatasi pada pembuatan model laboratorium, pengambilan data geolistrik dengan konfigurasi dipole-dipole, pengolahan data dan korelasi antara model dengan hasil yang ada untuk membuktikan keberadaan rongga dan

kedalaman perlapisan model dari bawah permukaan, serta untuk membandingkan dengan menggunakan program Res2D (pemodelan 2D) dan RockWork (pemodelan 3D).

1.4. Manfaat hasil penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat dijadikan sebagai referensi untuk menentukan tahanan jenis (resistivitas) bawah permukaan dan memetakan lapisan bawah permukaan sehingga keberadaan rongga serta material bawah permukaan dapat teridentifikasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kantor PT Geoscane Eksplorindo Bandung, yang secara administratif berada di Kecamatan Ujung Berung, Kota Bandung, Provinsi Jawa Barat. Secara geografis terletak pada $6^{\circ}54'46''$ LS dan $107^{\circ}41'46''$ BT. Dengan memanfaatkan halaman belakang kantor yang kemudian digunakan untuk menjadi tempat pengukuran yang dibuat berskala laboratorium.

Pada Gambar 1 di bawah lokasi penelitian berada pada gambar yang berada pada kotak warna merah.

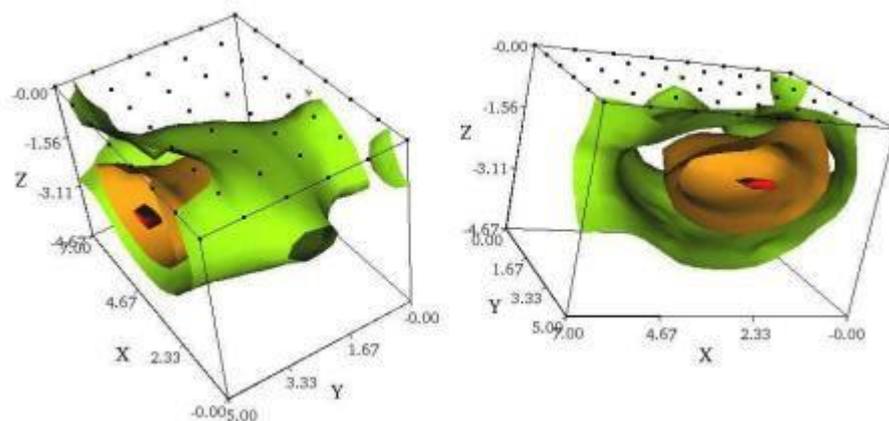
2.2. Pembentukan rongga

Rongga terbentuk karena adanya proses pelarutan batuan di bawah permukaan karena air hujan yang masuk melalui celah rekahan batuan yang kemudian melarutkan batuan yang ada di bawah permukaan, batuan yang mudah larut itu adalah batuan gamping yang mengandung kalsium karbonat yang tinggi sehingga mudah terlarut air (Hikmah dkk, 2021).

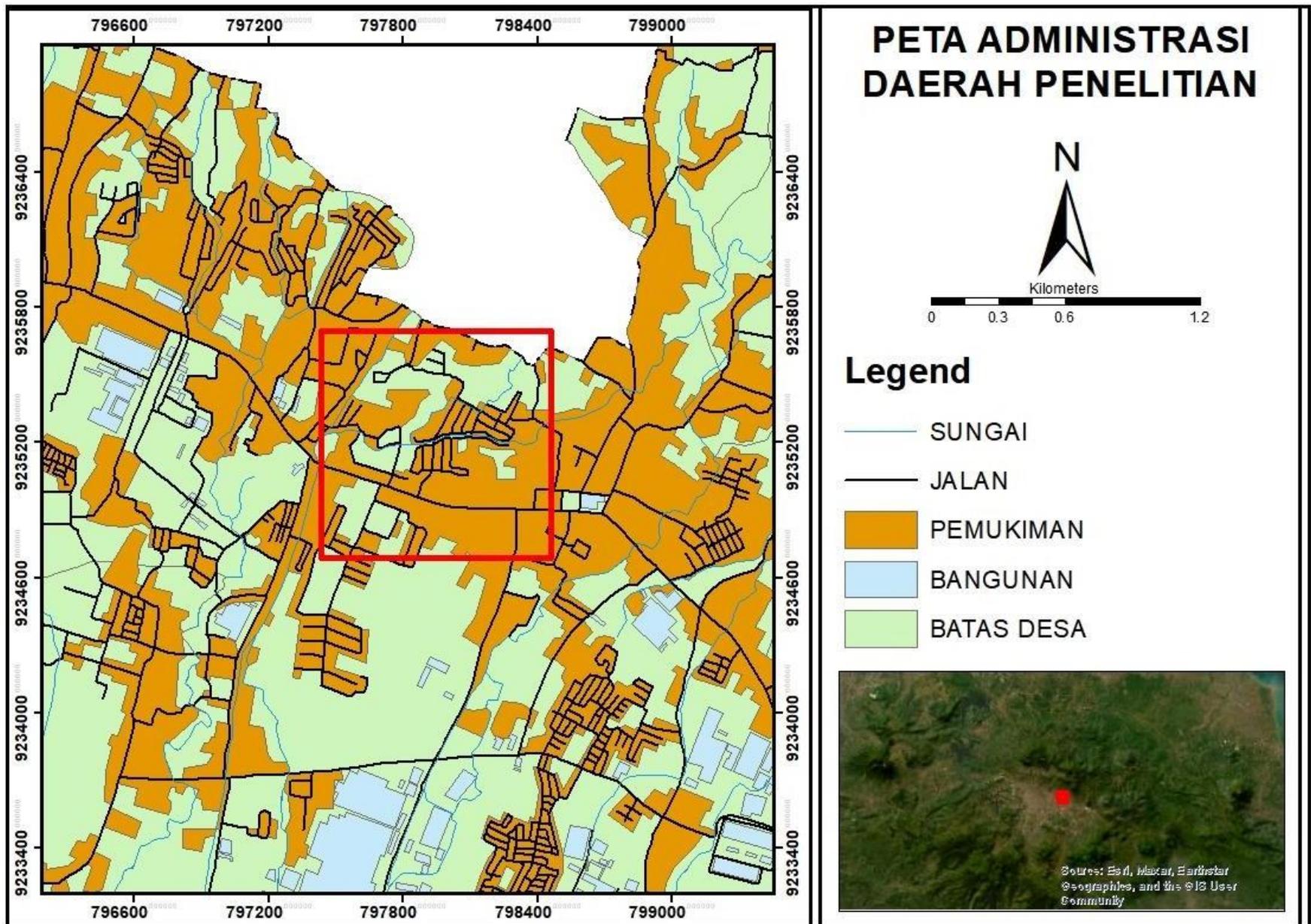
Berdasarkan penelitian terdahulu menurut Pratama, 2017 mengenai identifikasi rongga bawah permukaan metode geofisika yang digunakan resistivitas dipole dipole pada Daerah X dengan metode Geolistrik konfigurasi yang digunakan yaitu dipole-dipole yang paling cocok karena memiliki sensitivitas yang baik secara horizontal sehingga tepat untuk diaplikasikan dalam mengidentifikasi keberadaan rongga bawah permukaan yang berisi air, oleh karena itu metode ini merupakan metode

yang prospektif karena dalam penyelidikan dengan menggunakan metode geolistrik resistivity menggunakan konfigurasi dipole-dipole membantu proses identifikasi secara cepat guna mengetahui keberadaan terdapatnya rongga di kawasan Karst. Rongga-rongga yang terisi air memiliki nilai resistivitas yang rendah sedangkan rongga yang berisi udara memiliki nilai resistivitas yang tinggi, konfigurasi dipole-dipole memiliki penetrasi kedalaman yang memiliki sensitivitas yang baik untuk menyelidiki sebaran bawah permukaan secara mapping atau lateral sehingga sangat cocok digunakan dalam penelitian untuk identifikasi keberadaan rongga-rongga dibawah tanah (Munaji dkk, 2013).

Penelitian tentang gua bawah tanah pernah dilakukan oleh Ardi & Iryanti (2009) di daerah gua dago pakar Bandung yang akuisisi datanya dilakukan secara mapping untuk mendapatkan profil secara kontinu ke arah lateral dan vertikal. Pada penelitian gua dago pakar tersebut digunakan konfigurasi Wenner-Schlumberger dengan spasi elektroda potensial tetap sebesar 5 meter dan spasi arus berubah-ubah serta profil lintasan mencapai 135 meter Hasil pengukuran dengan geolistrik diperoleh bagian atas gua berada pada kedalaman sekitar 10-12,4 meter dari tempat pengukuran. hasil pengolahan dengan Res2Dinv menunjukkan bahwa lapisan gua berada pada nilai resistivitas besar sekitar 540-600 Ohm meter.



Gambar 1. Pemodelan 3D Gua Dago Bandung



Gambar 2. Peta lokasi daerah penelitian

III. TEORI DASAR

3.1. Metode Geolistrik

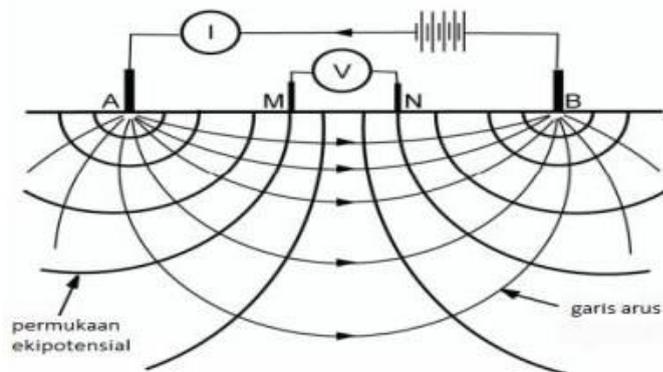
Metode geolistrik diterapkan untuk memetakan struktur resistivitas bawah tanah. Resistivitas batuan menjadi perhatian khusus untuk hidrogeologi yang memungkinkan untuk membedakan antara air tawar dan air asin, antara akuifer berpasir batuan lunak dan material lempung, antara batuan keras akuifer berpori / pecahan batuan dan batu lempung yang memiliki permeabel rendah dan batu napal antara rekahan yang menahan air dan batuan induk padatnya. Tahanan dari tanah diukur dengan arus yang disuntikkan dan menghasilkan perbedaan potensial pada permukaan. Dibutuhkan dua pasang elektroda yaitu pasangan elektroda pertama A dan B digunakan untuk menginjeksi arus, sedangkan pasangan elektroda kedua elektroda M dan N adalah untuk menghitung besar beda potensial pengukuran. Didalam metode geolistrik resistivitas terdapat 2 metode dalam pengambilan data, yaitu: metode geolistrik resistivitas mapping dan metode geolistrik resistivitas sounding. Metode resistivitas mapping adalah metode resistivitas bertujuan untuk memberikan gambaran penampang variasi resistivitas lapisan tanah bawah permukaan secara horizontal. Sedangkan metode geolistrik resistivitas sounding bertujuan untuk memberikan gambaran lapisan variasi resistivitas satuan di dalam permukaan bumi secara vertikal (Reinhard, 2006).

Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu dari metode geolistrik yang mempelajari sifat tahanan jenis dari lapisan batuan di bawah

permukaan bumi. Pada metode ini menginjeksikan arus listrik ke bawah permukaan bumi melalui dua buah elektroda arus dan melakukan pengukuran beda potensial melalui dua buah elektroda potensial, hasilnya berupa beda potensial yang terukur pada elektroda di permukaan. Dari beda potensial yang diukur dapat ditentukan variasi nilai resistivitas masing-masing lapisan di bawah titik pengukuran (Reynolds,1997).

Pengukuran geolistrik dilakukan dengan menggunakan menginjeksikan arus listrik ke bumi, kemudian mengamati pengaruhnya dipermukaan bumi. Pengukuran geolistrik ini menggunakan metode resistivitas, pada metode resistivitas arus yang masuk dapat diasumsikan bahwa bumi homogen isotropis. Asumsi tersebut dapat memberikan gambaran bahwa pada saat melakukan pengukuran, besaran resistivitas menunjukkan besaran resistivitas yang tidak tergantung pada jarak elektroda potensial yang dipakai. Pengukuran tersebut tidak berlaku pada kondisi bumi yang sesungguhnya, bumi terdiri atas lapisan-lapisan dengan resistivitas yang berbeda. Perbedaan lapisan bumi tersebut menyebabkan resistivitas yang terukur bergantung pada jarak elektroda potensial, besaran resistivitas yang terukur merupakan resistivitas semu atau *apparent resistivity* (Todd,1980).

Kedalaman lapisan batuan yang biasa ditembus oleh arus listrik ini sama dengan separuh jarak AB atau disebut $AB/2$ (bila digunakan arus listrik DC murni), maka diperkirakan dari injeksi ini berbentuk setengah bola dengan jari-jari $AB/2$. Umumnya metode geolistrik yang digunakan adalah metode geolistrik yang menggunakan 4 elektroda yang diposisikan dalam satu garis lurus dan simetris terhadap titik tengahnya, yaitu 2 elektroda arus (AB) di bagian luar dan 2 elektroda tegangan (MN) di bagian dalam. Ilustrasi garis equipotential yang terjadi akibat injeksi arus ditunjukkan pada dua titik arus berlawanan di atas permukaan bumi, sebagaimana ditunjukkan Gambar 6.

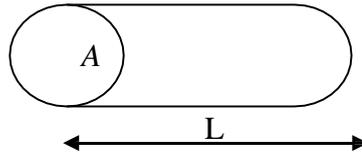


Gambar 3. Pola Aliran arus dan bidang equipotential antara dua elektroda arus dengan polaritas berlawanan (Falamy dkk., 2018).

Pada Gambar 3 yang menyerupai setengah lingkaran dapat dilihat sebaran arus pada permukaan akibat arus listrik yang dikirim ke bawah permukaan bumi. Garis tengah menunjukkan arus yang dikirim mengalami respon oleh suatu lapisan yang homogen. Sedangkan arus putus-putus menunjukkan arus normal dengan nilai yang sama. Garis-garis tersebut disebut dengan garis equipotential. yaitu medan listrik titik sumber di dalam bumi dianggap memiliki simetri bola (Bahri, 2005).

Pada metode geolistrik ini akan didapat suatu nilai resistivitas batuan (ρ) yang akan menunjukkan jenis batuan yang diamati. Adanya variasi tahanan jenis lapisan, dapat diamati dengan cara menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi. Dengan mengubah-ubah jarak antar elektroda sesuai konfigurasi tertentu, maka dapat diinterpretasi perubahan dari tahanan jenis secara vertikal maupun horizontal (Rustadi, 2005).

Batuan dapat mengalirkan arus listrik karena mempunyai elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan oleh elektron tersebut. Salah satu sifat karakteristik batuan tersebut adalah tahanan jenis yang menunjukkan kemampuan bahan untuk mengalirkan arus listrik (Lowrie, 2007).



Gambar 4. Silinder konduktor

Jika ditinjau pada sebuah silinder dengan panjang L , luas penampang A dan resistansi R seperti pada **Gambar 4**.

Maka dapat dirumuskan:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (1)$$

Dimana ρ adalah resistivitas (Ωm), L adalah panjang silinder konduktor (m), A adalah luas penampang bahansilinder (m^2) dan R adalah resistansi (Ω).

Menurut hukum ohm, resistansi R dirumuskan:

$$R = \frac{V}{I} \quad (2)$$

Dimana R adalah resistansi (*ohm*), V adalah beda potensial (*volt*), I kuat arus (*ampere*). Dari kedua rumus tersebut didapatkan nilai resistivitas (ρ) sebesar.

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

Banyak orang menggunakan sifat konduktivitas (σ) batuan yang merupakan kebalikan dari resistivitas (ρ) dengan satuan ohm/m

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{VA}{IL} = \left[\frac{I}{A} \right] \left[\frac{L}{V} \right] = \frac{J}{E} \quad (4)$$

Berdasarkan hukum ohm, hubungan antara kerapatan arus listrik J dengan medan listrik E adalah:

$$J = \sigma E \quad (5)$$

Dimana J adalah kerapatan arus (A/m²), E adalah medan listrik (V/m), σ adalah konduktivitas, V adalah potensial listrik (V). Aliran arus listrik dalam suatu medium memenuhi hukum kontinuitas untuk arus dan didasarkan pada prinsip kekekalan muatan yang dapat dituliskan pada rumus

$$E = -\nabla V \quad (6)$$

$$\nabla \cdot J = -\frac{\partial q}{\partial t} \quad (7)$$

$$J = \sigma E = -\sigma \nabla V \quad (8)$$

Dimana, σ adalah konduktivitas bahan dalam meter/ohm. Medan listrik E dapat dinyatakan sebagai gradien potensial:

Persamaan diatas dilakukan substitusi menjadi:

q merupakan rapat muatan dalam satuan C/m³. Jika arusnya stasioner, menjadi:

$$\nabla \cdot J = 0 \quad (9)$$

Persamaan (8) dan (9) dilakukan substitusi maka didapatkan:

$$\nabla \cdot (\sigma \Delta) = 0 \quad (10)$$

Didalam ruang homogen isotropik, potensial adalah konstan maka persamaan memenuhi persamaan *Laplace*:

$$\nabla^2 V = 0 \quad (11)$$

Pemberlakuan syarat *Laplace* pada Persamaan (11), kemudian hasilnya dimasukkan pada koordinat bola didapatkan:

$$\nabla^2 V = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial V}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial V}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 V}{\partial \phi^2} = 0 \quad (12)$$

Untuk suku pertama pada Persamaan (8) kami dapatkan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial V}{\partial r} \right) = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial V}{\partial r} \right) = 0 \quad (13)$$

Sehingga konstanta untuk Persamaan (9) diatas adalah:

$$r^2 \frac{\partial V}{\partial r} = A$$

$$V = -\frac{A}{r} \quad (14)$$

$$A = -\frac{I\rho}{2\pi}$$

Dimana r adalah jari-jari (m), V adalah potensila listrik (volt), I adalah arus listrik (A), adalah nilai resistivitas batuan dalam Ωm . Adapun beda potensial antara $P1$ dan $P2$

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\} \quad (15)$$

Berdasarkan Persamaan (11) tersebut diatas nantinya didapatkan faktor geometri k sebagai berikut:

$$k = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right)} \quad (16)$$

Sehingga didapatkan Persamaan resistivitas sebagai berikut:

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} k = Rk \quad (17)$$

Dimana R adalah hambatan Ω , didalam metode resistivitas, memiliki berbagai macam konfigurasi elektroda. Adanya jenis konfigurasi-konfigurasi elektroda tersebut mengakibatkan pengaruh terhadap besarnya resistivitas, hal ini dikarenakan tiap-tiap konfigurasi memiliki faktor K yang berbeda berdasarkan susunan dari elektrodanya (Hendrajaya dan Arif, 1988). Susunan

konfigurasi elektroda terdapat 2 tipe yaitu tipe *sounding* dan *mapping*. Tipe *sounding* biasanya digunakan untuk identifikasi kontras resistivitas secara vertikal, biasanya yang sering digunakan ialah konfigurasi *Wenner* dan *Schlumberger*. Sedangkan tipe *mapping* digunakan dalam identifikasi kontras densitas ke arah vertikal dan horisontal, diantaranya konfigurasi *Wenner mapping*, *dipole-dipole*, *pole-pole*.

Tabel 1. Nilai Resistivitas Batuan dan mineral (Telford dkk., 1990)

Menurut (Telford, 1990), “Secara umum berdasarkan nilai tahanan listriknya, batuan dan mineral dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

1. Konduktor baik : $10^{-8} < \rho < 1 \Omega\text{m}$
2. Konduktor pertengahan : $1 < \rho < 10^7 \Omega\text{m}$
3. Isolator : $\rho < 10^7 \Omega\text{m}$

Resistivitas (tahanan jenis) memiliki nilai yang berbeda karena porositas dan permeabilitas pada setiap batuan dapat dilihat pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

Tabel 1. Tahanan jenis batuan (Telford, 1990)

Meterial	Resistivitas (Ωm)
Pirit	0,01 – 100
Kuarsa	500 – 800.000
Kalsit	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$
Garam batu	$30 - 1 \times 10^{13}$
Granit	200 – 100.000
Andesit	$1,7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
Basal	200 – 100.000
Gamping	500 – 10.000
Batu pasir	200– 8.000

3.2. Konfigurasi *Dipole-dipole*

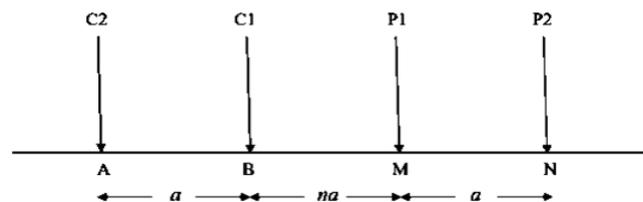
Metode geolistrik resistivitas konfigurasi dipole-dipole dapat diterapkan untuk tujuan mendapatkan gambaran bawah permukaan pada obyek yang penetrasinya relatif lebih dalam dibandingkan dengan metode *sounding* lainnya seperti konfigurasi *wenner* dan konfigurasi *schlumberger*. Metode ini sering digunakan dalam survei-survei resistivitas karena rendahnya efek elektromagnetik yang ditimbulkan antara sirkuit arus dan potensial (Loke, 1999).

Pengukuran ini dilakukan dengan memindahkan elektroda potensial pada suatu penampang dengan elektroda arus tetap, kemudian pemindahan elektroda arus pada spasi n berikutnya diikuti oleh pemindahan elektroda potensial sepanjang penampang seterusnya hingga pengukuran elektroda arus pada titik terakhir di penampang itu.

Menurut (Rahmah, 2009), ada beberapa keuntungan dan keterbatasan pada konfigurasi dipole-dipole, diantaranya:

- a. Kabel pendek dapat digunakan untuk menjangkau penetrasi dalam.
- b. Medan listrik pada elektroda tegangan dapat menjadi lemah

Konfigurasi dipole-dipole merupakan gabungan dari teknik *profiling* dan *depth. sounding*. Konfigurasi dipole-dipole adalah susunan yang paling sensitif terhadap variasi resistivitas secara horizontal pada masing-masing pasangan dipole, namun relatif tidak peka terhadap variasi secara vertikal. Susunan elektroda konfigurasi dipole-dipole dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Elektroda arus dan potensial pada konfigurasi dipole-dipole
(Reynolds, 1997)

Keterangan:

C1 : Elektroda arus 1

C2 : Elektroda arus 2

P1 : Elektroda potensial 1

P2 : Elektroda potensial 2

AB : Jarak spasi elektroda arus

MN : Jarak spasi elektroda potensial

S : Titik sounding

Konfigurasi dipole-dipole menempatkan jarak yang sama “a” antara elektroda arus AB dan elektroda potensial MN yang terpisah dengan jarak na, dengan n adalah bilangan bulat. Kedalaman investigasi tergantung pada jarak antar elektroda “a” dan jarak antar kedua dipole ”na”. (Adriani dkk, 2010.)

Pengukuran ini dilakukan dengan cara memindahkan elektroda potensial pada sepanjang penampang dengan elektroda arus tetap, kemudian memindahkan elektroda arus ke spasi “a” berikutnya dan memindahkan elektroda potensial di sepanjang penampang hingga pengukuran elektroda arus pada titik terakhir penampang tersebut. Kelemahan pada konfigurasi ini adalah penurunan kekuatan sinyal dengan meningkatnya jarak antara dua dipole (Dahlin, L. 1997).

Nilai resistivitas semu konfigurasi dipole-dipole dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$\rho = K . R \quad (3.1)$$

dengan K merupakan faktor geometri dengan persamaan:

$$K = n(n + 1)(n + 2)\pi a \quad (3.2)$$

dan R merupakan nilai hambatan kelistrikan batuan dengan persamaan

$$R = \frac{V}{i} \quad (3.3)$$

Keterangan:

ρ : Nilai resistivitas semu (Ωm)

K : Faktor geometri (m)

V : Beda potensial (mV)

I : Kuat arus (mA)

a : Spasi elektroda atau jarak elektroda (m)

R : Nilai hambatan kelistrikan batuan (Ω)

3.3. Rongga Bawah Permukaan

Rongga terbentuk karna adanya proses pelarutan batuan dibawah permukaan karena air hujan yang masuk melalui celah rekahan batuan yang kemudian melarutkan batuan yang ada dibawah permukaan, batuan yang mudah larut itu adalah batu gamping karna mengandung kalsium karbonat yang tinggi sehingga mudah terlarutkan oleh air. Karst adalah istilah yang digunakan untuk menyebutkan bentang alam dengan kondisi khusus dan tersusun oleh goa dan sistem sungai bawah tanah yang terbentuk dan berkembang oleh proses pelarutan pada batuan yang mudah larut sehingga untuk membentuk bentang alam. Karst harus memenuhi tiga syarat yaitu litologi yang mudah larut oleh air, adanya proses pelarutan dan kemudian membentuk bentang alam Karst. kawasan Karst tersusun oleh batuan karbonat yang memiliki kandungan karbonat yang tinggi dan mudah larut oleh air sehingga membentuk suatu bentang alam karst yaitu keberadaan rongga bawah permukaan karna adanya proses pelarutan batuan yang mudah larut oleh air (Sari, 2005).

Metode geofisika yang cocok untuk mengidentifikasi rongga bawah permukaan salah satunya adalah metode geolistrik dengan konfigurasi yang digunakan yaitu dipole-dipole yang paling cocok karna memiliki sensitifitas yang baik secara horizontal sehingga tepat untuk diaplikasikan dalam mengidentifikasi keberadaan rongga bawah permukaan yang berisi air, oleh karena itu metode ini merupakan metode yang prospektif karna dalam penyelidikan dengan menggunakan metode geolistrik resistivity menggunakan Konfigurasi Dipole-dipole membantu proses identifikasi secara cepat guna mengetahui keberadaan terdapatnya rongga di kawasan Karst. Rongga-rongga yang terisi air memiliki nilai resistivitas yang rendah sedangkan rongga yang berisi udara memiliki nilai resistivitas yang tinggi, konfigurasi dipole-dipole memiliki penetrasi kedalaman yang memiliki sensitifitas yang baik untuk menyelidiki sebaran bawah permukaan secara mapping atau lateral sehingga sangat cocok digunakan dalam penelitian

untuk identifikasi keberadaan rongga-rongga dibawah tanah (Munaji dkk, 2013).

3.4. Pemodelan 2D Bawah Permukaan

Penampang 2D merupakan penampang untuk menggambarkan hasil survei secara 2D dengan metode *conturing pseudosection*. *Pseudosection* dihasilkan dari proses *forward* maupun *incversi*, sehingga diperoleh nilai resistivitas yang sudah terkoreksi (*topographic effect*). *Res2DV* adalah program computer yang secara otomatis menentukan model resistivitas 2 dimensi (2D) untuk bawah permukaan dari data hasil survei geolistrik. Program ini dapat digunakan untuk survei menggunakan konfigurasi *wenner*, *pole-pole*, *dipole-dipole*, *pole-dipole*, *schlumberger* (Loke, 1999)

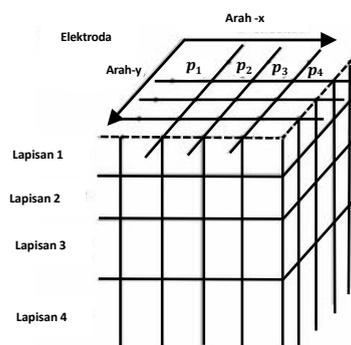
Hasil survei memperlihatkan hasil distribusi nilai resistivitas material bawah permukaan bumi yang disebut *resistivity pseudosection* atau *inverse model resistivity section* dapat dilihat pada Gambar 9. Model yang diperoleh dari proses inversi selalu memiliki nilai residual error atau RMSE (*Root Mean Squared Error*). Proses ini dilakukan hingga diperoleh respon optimal dari model invers dari nilai root mean square (RMS) yang relatif kecil (Sapulete dkk, 2019).

Iterasi dilakukan dengan proses beberapa kali untuk menurunkan nilai error yang didapatkan. Iterasi adalah sebuah proses perhitungan ulang dari data yang dimasukkan dalam fungsi matematis yang sama secara berulang ulang untuk memperoleh hasil yang diinginkan. Iterasi yang dilakukan untuk mendapatkan nilai error yang terkecil agar didapatkan penampang bawah permukaan yang paling mendekati aslinya (Daniswara dkk, 2019).

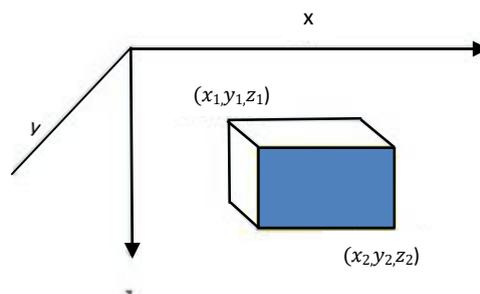
Nilai RMSE berfungsi untuk memperlihatkan tingkat perbedaan antara pengukuran resistivitas material dan resistivitas material sebenarnya. Besar kecilnya nilai RMSE dipengaruhi oleh bentuk dan struktur tanah tempat elektroda dipasang, misalnya adanya goa pada tanah atau banyaknya akar pepohonan yang berada tepat di bawah bentangan (Loke, 2004).

3.5. Pemodelan Geolistrik 3D

Pada model geolistrik 3-D, model yang dibangun lebih realistis karena lapisan batuan di bawah permukaan bumi tidak diasumsikan berlapis-lapis namun terdiri dari blok-blok berbentuk tiga dimensi (Gambar 6).



Gambar 6 Model blok yang dipergunakan untuk perhitungan tahanan jenis semu (Loke, 1996)



Gambar 7 Blok model pada pemodelan geolistrik 3-D

Apabila arus mengalir pada titik C dengan koordinat $(0,0,0)$ kemudian potensial dibaca di suatu titik misalnya titik P dengan koordinat $(a,b,0)$ maka perubahan potensial yang disebabkan perubahan tahanan jenis ρ pada setiap blok tersebut dihitung menggunakan Gambar 10 dengan Persamaan (16) (Loke dan Barker, 1996).

IV. METODE PENELITIAN

4.1. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan selama Kerja Praktik Lapangan berlangsung adalah sebagai berikut :

1. peta geologi regional
2. Laptop
3. Perangkat lunak, seperti : *MS. Excell*, *MS. Word*, *software arcgis*, *software Res2Dinv* (pengolahan data 2D), *Software rockwork 2021* (pengolahan data 3D).

4.2. Waktu Dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan di Bandung tepatnya di Ujung Berung Bandung, pengukuran dilakukan tepat di belakang kantor Geoscane Ekplorindo dengan memanfaatkan halaman belakang kantor untuk melakukan pengukuran dengan skala laboratorium menggunakan alat *Geomative* untuk mendeteksi keberadaan rongga dibawah permukaan dengan memanfaatkan halaman belakang kantor yang kemudian dibuatlah 5 lintasan dengan masing-masing lintasan terdapat 10 elektroda, untuk membuat buatan rongga dibawah permukaannya kami menggunakan lingkaran sebesar panci perebus air yang kemudian digali dibawah permukaan serta ditanamkan dibawah permukaan berjarak 10 cm dari elektroda yang ditancampakkan di atasnya Kemudian melakukan pengolahan data di laboratorium teknik geofisika unila menggunakan software *Res2Dinv* dan *Rockwork 2021*. Unuk waktu pelaksanaan penelitian ini bisa dilihat pada *Time Schedule* pada table 2 dibawah ini.

4.3. Prosedur penelitian

Adapun prosedur pengolahan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan data

Tahap pengambilan data bisa kita lihat pada Gambar 6 dimana pengambilan data dilakukan dengan skala laboratorium dengan memanfaatkan lahan belakang kantor, pada pengambilan data ini terdapat 5 lintasan dimana setiap lintasan terdiri dari 10 elektroda dengan jarak antar elektroda 30 cm.

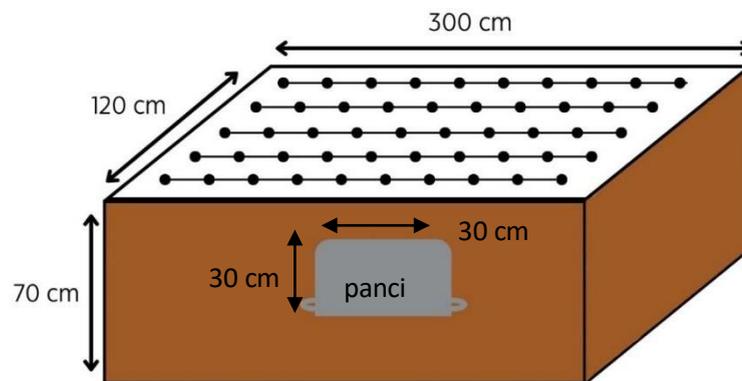


Gambar 8. Pembuatan model laboratorium di belakang halaman kantor



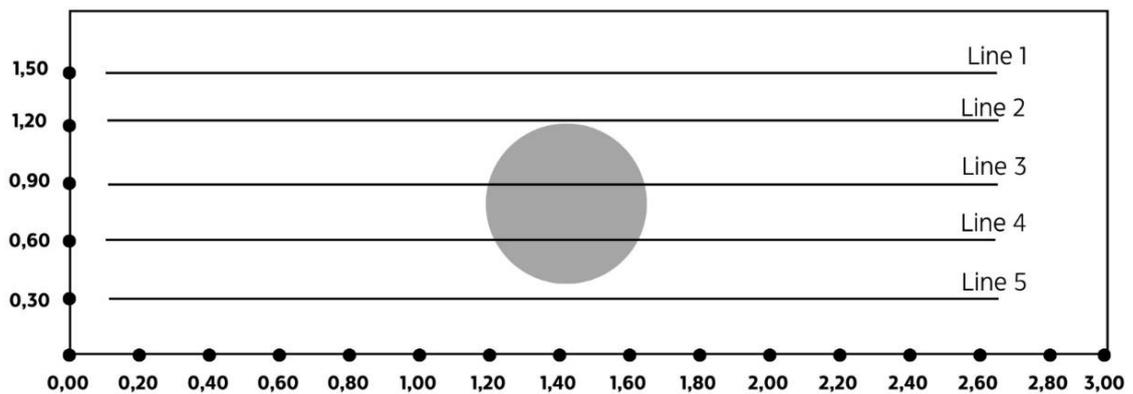
Gambar 9. Alat yang digunakan saat pengambilan data

Alat yang kami gunakan pada pengukuran ini bisa dilihat pada Gambar 7 diatas dimana alat yang digunakan merupakan jenis alat geomativ. Pada saat pengukuran kita bisa langsung melihat hasil yang dihaikan pada pengkuran atau data yag kita hasilkan pada alat tersebut. Alat ini juga sekaligus digunakan untuk pengambilan data 3D yang hasilnya kami rekonstruksikan pada software *Rockwork 2021*.



Gambar 10. Model benda bawah permukaannya

Gambar 8 merupakan gambar pemodelan laboratorium yang menggunakan metode resistivitas 2D dengan membuat model laboratorium berukuran 300 X 120 X 70 cm serta menunjukkan pemodelan yang akan digunakan pada penelitian ini. Dan target model benda tampak dari atas ditunjukkan pada **Gambar 11** dibawah ini.



Gambar 11. Model tampak atas

2. Pengolahan data geolistrik 2D

Hasil pengukuran yang didapat dari lapangan berupa data beda potensial (V) dan arus (I) Kemudian dilakukan pengolahan data menggunakan *Microsoft excel v. 2013* untuk menentukan nilai tahanan jenis (ρ).

Tampilan 2D yang dihasilkan pada *Software Res2Dinv* terdiri dari 3 kontur isoresistivitas pada kedalaman semu. Penampang pertama adalah resistivitas dari hasil pengukuran yang menunjukkan kontur tahanan jenis semua hasil pengukuran, penampang kedua menunjukkan kontur tahanan jenis semu dari hasil perhitungan dan penampang yang ketiga adalah inversi model yang menggambarkan kontur dari tahanan jenis sebenarnya, setelah melalui pemodelan inversi sehingga didapatkan kontur sebaran nilai tahanan jenis vertikal di sepanjang lintasan akuisisi data.

3. Rekonstruksi Rongga dalam pemodelan 3D

Model 3D yang dihasilkan pada pengukuran ini dimodelkan dengan software *Rockwork 2021* dengan data 3D yang diambil dilapangan untuk melihat gambaran rongga di bawah permukaan.

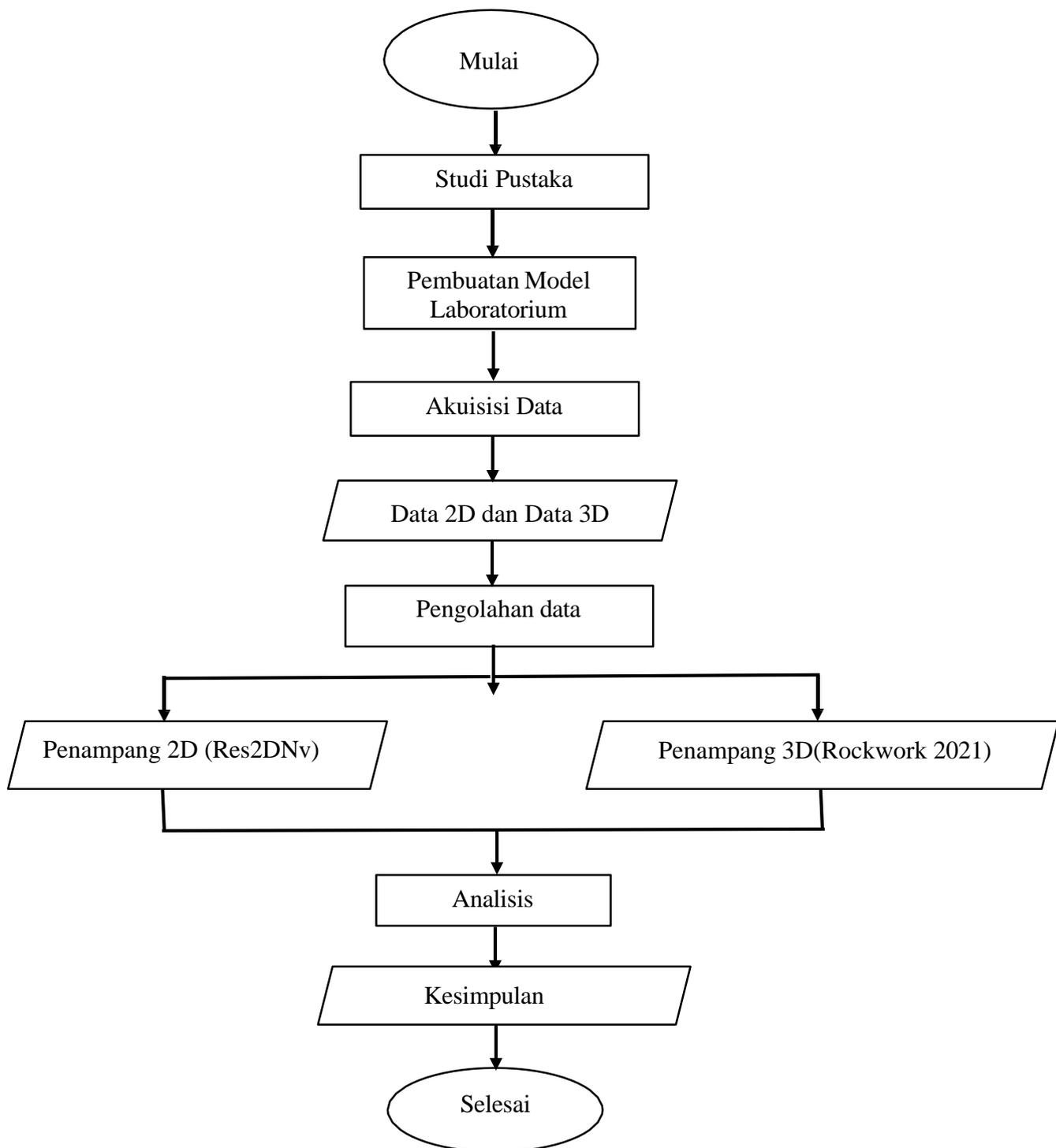
5. Interpretasi

Interpretasi dilakukan dengan membandingkan dan mencocokkan hasil dari pengolahan data 2D dan 3D dengan model benda dan pengukurah yang sebenarnya dengan cara membandingkan diameter kedalam serta letak rongga yang ditanam dibawah permukaan.

Selain itu dengan Pemodelan 3D yang telah diperoleh maka akan didapatkan keberadaan rongga dan rongga lain yang ikut terukur pada saat penelitian.

4.4. Diagram Alir

Diagram alir dalam penelitian ini terdapat pada Gambar 12



Gambar 12. Diagram alir penelitian.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini keberadaan rongga dibawah permukaan ditanamkan dengan kedalaman 10 cm dari atas permukaan tanah dengan ukuran rongga sebesar panci perebus air dengan lebar 30 cm dan tinggi 30 cm.
2. Berdasarkan penampang 2D pada penelitian ini keberadaan rongga ditandai dengan nilai resistivitas 30.0-75.0 Ω m yang ditandai dengan warna biru muda, toska hijau muda hingga hijau tua dengan perbedaan kedalaman yang bervariasi di setiap lintasannya.
3. Pada pengloahan 3D data yang didapatkan diakukkan rekontruksi menggunakan software Rockwork 2021 dimana pada penampang 3D tersebut bisa dilihat bahwa pengukuran dan data yang dihasilkan lebih detail dibandingkan dengan 2D. Itu bisa kita lihat dengan adanya rongga tambahan yang terukur pada pengukuran 3D yang tidak terukur pada pengukuran 2D.

6.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan penulis memberikan beberapa saran yang dapat membantu penelitian yaitu dengan perlu nya dilakukan pengukuran dengan skala yang lebih besar dan rongga yang sebenarnya agar mendapatkan hasil yang lebih variatif dan optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardi, N. D. dan M. Iryanti. 2009. *Profil Resistivitas Pada Gua Bawah Tanah Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi WennerSchlumberger (Studi Kasus Gua Dago Pakar, Bandung)*. Jurnal pengajaran MIPA 14(2): 79-86 ISSN: 1412-0917
- Andriyani, S., Ramelan A. H., dan Sutarno. 2010. Metode Geolistrik *Imaging* Konfigurasi Dipole-dipole Digunakan untuk Penelusuran Sistem Sungai Bawah Tanah pada Kawasan Karst di Pacitan, Jawa Timur. *Jurnal Ekosains*. 2 (1): 46-54.
- Daniswara, A., Dahrin, D., dan Setianingsih. 2019. Analisis Dan Pemodelan Data Geolistrik Untuk Identifikasi Akuifer Airtanah Di Daerah Cisarua, Bandung Barat. *Jurnal Geofisika*. Vol. 17, No.02. 22-25.
- Hikmah, D.S., I.K. Dewi, dan Yatini. 2021. Identifikasi Keberadaan Rongga Bawah Permukaan Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi dipole-dipole Daerah Kars Desa Monggol Kabupaten Gunungkidul. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Teknik Aplikasi Industri*. 4:136
- Falamy, R. A., Humairoh, S., dan Wungu, T. D. K. 2018. Eksperimen Sederhana Penentuan Profil 2D Resistivitas Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Schlumberger. *PROSIDING SKF 2018*. 191-198.
- Kanata, B., dan Zubaidah, T. 2008. *Aplikasi metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi wenner-schlumberger untuk survey pipa bawah permukaan*. Universitas Mataram. Mataram.

- Loke, M. H. 2004. *Tutorial 2D and 3D Electrical Imaging Surveys*. Birmingham University: England.
- Loke, M. H., dan Barker R. D. 1996. Practical Techniques for 3D Resistivity Surveys and Data Inversion. *Geophysical Prospecting*, 44: 449 – 523
- Lowrie, W. 2007. *Fundamental of Geophysics Second Edition*. Cambridge University Press. New York
- Munaji., I. S., dan Lutfinur, I. 2013. Penentuan Tahanan jenis Batuan Andesit Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger. *Jurnal Fisika*. FMIPA. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Rahmah, S. 2009. Pencitraan Dua Dimensi Data Resistivity dan Induced Polarization untuk Mendelineasi Deposit Emas Sistem Epithermal di Daerah X. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia. Depok.
- Reinhard, K. 2006. *Groundwater Geophysics*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Jerman.
- Reynolds, J. M. 1997. *An Introduction to Applied And Enviromental Geophysics*. Jhon Geophysicsin Hydrogeological and Wiley And Sons Ltd. New York.
- Rustadi. (2005). Penerapan metode geolistrik untuk pemetaan akuifer air tanah di Kabupaten Lampung Tengah. *J. Sains Tek*. 11(2), 97–100.
- Sari B. K. 2005. *Hidrogeologi Karst*. Adicita Karya Cipta. Yogyakarta.
- Sapulete, S. M., Souisa, M., dan Jubaedah, S. 2019. Interpretasi Data Resistivitas Untuk Mengidentifikasi Munculnya Longsor Susulan Di Blok V Wayame Ambon. *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*. 13(3): 187–198.

Telford, W. M., Geldart, L. P. dan Sheriff, R. E. 1990. *Applied Geophysics: Second Editon*. Cambridge University Press. USA.

Todd. D. K. 1980. *Graundwater hydrology*secound edition. John Wiley & Sons, Inc. New York.

Wijaya, A. S. 2015. Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner Untuk Menentukan Struktur Tanah di Halaman Belakang SCC ITS Surabaya. *Jurnal Fisika Indonesia*. 55(19) ISSN: 1410-2994.