

**ANALISIS STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DAERAH BUA'E
KABUPATEN SIDRAP MENGGUNAKAN
METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS**

*SUBSURFACE STRUCTURE ANALYSIS OF BUA'E AREA SIDRAP
REGENCY USING RESISTIVITY GEOELECTRIC METHOD*

ARYADI NURFALAQ



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2013

**ANALISIS STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DAERAH BUA'E
KABUPATEN SIDRAP MENGGUNAKAN
METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi
Teknik Geologi

Disusun dan Diajukan oleh:

ARYADI NURFALAQ

kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2013

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Aryadi Nurfalaq

Nomor mahasiswa : P3000211012

Program studi : Teknik Geologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Agustus 2013

Yang menyatakan

Aryadi Nurfalaq

PRAKATA



Assalamu Alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah rabbil alamin, segala puji dan syukur patut penulis panjatkan kepada Allah SWT, Sang Pencipta yang tak terbatas menganugerahkan cahaya-Nya dalam limpahan kesehatan penulis dalam mencari pengetahuan dan keyakinan untuk menyelesaikan penyusunan tesis ini. Salam dan salawat semoga senantiasa tercurah atas junjungan Rasulullah Muhammad SAW sebagai *uswahtun hasanah* yang telah memberi cahaya kesucian dan kebenaran hakiki, dan semoga keselamatan dilimpahkan kepada seluruh keluarga dan sahabatnya serta para pengikutnya yang setia hingga akhir zaman.

Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan akademik dalam penyelesaian program magister. Tesis ini berjudul “Analisis Struktur Bawah Permukaan Daerah Bua’e Kabupaten Sidrap Menggunakan Geolistrik Tahanan Jenis”. Penelitian ini dimaksudkan untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai struktur bawah permukaan batuan kubah lava dengan memanfaatkan teknologi geolistrik. Di samping itu, penelitian ini diharapkan dapat mempertajam pendapat atau hasil penelitian terdahulu mengenai kedua kubah lava ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini, berbagai hambatan dan rintangan yang penulis rasakan. Namun, berkat ketabahan,

ketekunan, dan kerja keras, serta pertolongan dari Allah SWT sehingga hambatan dan rintangan tersebut dapat diatasi. Disadari pula bahwa dalam penyusunan tesis ini, berbagai pihak telah memberikan bantuan baik secara moril maupun materi serta dorongan, bimbingan, dan arahan kepada penulis sehingga tesis ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, hingga tesis ini dapat diselesaikan, antara lain:

1. Bapak Prof. Dr. rer.nat. Ir. A. M. Imran, selaku Ketua Jurusan Teknik Geologi Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Prof. Dr. Dadang A. Suriamiharja, M.Eng selaku Ketua Penasehat atas segala bimbingan, arahan dan motivasinya kepada penulis dalam penyusunan tesis ini.
3. Ibu Dr. Ulva Ria Irfan, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Geologi Universitas Hasanuddin sekaligus Anggota Penasehat atas saran dan masukannya dalam penyempurnaan tesis ini.
4. Bapak dosen penguji atas segala saran, kritikan yang membangun dalam penyelesaian tesis ini.
5. Staf dosen dan karyawan di Jurusan Teknik Geologi Universitas Hasanuddin.
6. Ayahanda (Abdul Rahim) dan Ibunda (St. Rabiah) tercinta atas segala do'a dan restunya serta saudara-saudaraku (Resky, Rahmianti,

Danriana, Jasman Jaya, Jumiati dan Sudirman) yang telah membantu dan mendukung selama mengikuti perkuliahan.

7. Sahabat-sahabat di GeoMagis Angk' 2010, 2011, dan 2012 yang telah menjadi teman diskusi serta berbagi canda dan tawa.
8. Sahabat, teman seperjuangan Alfian Nawir, S.Si.,MT dan Amriana, S.Si yang telah membantu dalam penelitian.
9. Tim Survey Geolistrik Fisika Bumi UNM (Zaenal Abidin, S.Si, Suparman, S.Si, Inno, Hasan, S.Pd) yang telah membantu dalam pengambilan data geolistrik.
10. Saudara Ajanuddin dan Mustab yang telah membantu dalam pengambilan data geologi di lapangan serta analisa petrografi.
11. Teman-teman di UKM Resimen Mahasiswa Sat. 702 Universitas Negeri Makassar.
12. Semua pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penyelesaian tesis ini.

Akhir kata, penulis selalu menyadari bahwa tulisan ini tidak luput dari kesalahan dan kekeliruan dan kesempurnaan itu hanya milik Allah SWT. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat penulis harapkan demi penyempurnaan tesis ini. Semoga Allah SWT senantiasa meridhoi dan menerima aktivitas semua umat Muhammad SAW, sebagai suatu ibadah disisi-Nya. Amin

Makassar, Agustus 2013

Penulis

ABSTRAK

ARYADI NURFALAQ. *Analisis Struktur Bawah Permukaan Daerah Bua'e Kabupaten Sidrap Menggunakan Geolistrik Tahanan Jenis* (dibimbing oleh Dadang A. Suriamiharja dan Ulva Ria Irfan)

Penelitian ini bertujuan (1) mengidentifikasi batuan bawah permukaan daerah Bua'e berdasarkan sifat tahanan jenisnya. (2) Mengetahui komposisi mineral dan jenis batuan penyusun di daerah Bua'e. (3) Mengetahui dan menganalisis struktur bawah permukaan daerah Bua'e khususnya Bulu Batualong dengan Bulu Seppang.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan seperti pengukuran geolistrik tahanan jenis dan analisis laboratorium. Melalui pendekatan parameter geologi, penampang tahanan jenis dan analisis sampel batuan menghasilkan data struktur batuan bawah permukaan Bulu Batualong dan Bulu Seppang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua kubah lava tersusun atas satuan yang berbeda. Bulu Seppang terdiri dari satuan ignimbrit sedangkan Bulu Batualong terdiri dari satuan basal. Pengukuran geolistrik tahanan jenis memperlihatkan berkurangnya nilai tahanan jenis seiring bertambahnya kedalaman. Bulu Batualong memiliki tahanan jenis lebih tinggi dari Bulu Seppang. Mineral yang berkontribusi terhadap tingginya tahanan jenis adalah serpentine dan plagioklas. Di bagian utara lokasi pengukuran memperlihatkan adanya tubuh batuan beku yang ditunjukkan dengan tahanan jenis tinggi. Lapisan paling bawah berupa batuan yang diperkirakan endapan sedimen Formasi Walanae. Satuan Ignimbrit menutupi lapisan sedimen Formasi Walanae yang lebih tua. Satuan basal merupakan batuan vulkanik termuda yang menerobos batuan di atasnya yang lebih tua.

Kata Kunci: Tahanan Jenis, Basal, Ignimbrit.

ABSTRACT

ARYADI NURFALAQ. *Subsurface Structure Analysis of Bua'e Area Sidrap Regency using Resistivity Geoelectric Method* (Supervised by Dadang A. Suriamiharja and Ulva Ria Irfan)

This study aims to (1) identify subsurface rocks of Bua'e Area based on resistivity properties. (2) determine minerals composition and rocks type in the Bua'e area. (3) find out and analyze subsurface rocks structure at Bua'e area, especially Bulu Seppang and Bulu Batualong.

The data were collected by field observation, such as measuring using geoelectric resistivity and laboratory analysis. By geological parameters approaching, resistivity cross section and the analysis of rock samples result data of ground rocks structure in Bulu Batualong and Bulu Seppang.

The results showed that both of lava dome was composed different rocks. Bulu Seppang consist of ignimbrite while Bulu Batualong basaltic. Geoelectric resistivity measurements showed a reduction value of resistivity with increasing depth. Batualong had higher resistivity than Bulu Seppang. Minerals that contribute to the high resistivity is serpentine and plagioclase. In the northern part of the measurement locations showed a body of igneous rock which is indicated by a high resistivity. The bottom layer of a rock formation estimated Walanae sediments. Ignimbrite cover the layers of sediment older Walanae Formation. Basalt is the youngest volcanic rock that intrusion the rocks older.

Keyword: *resistivity, Basalt, Ignimbrite,*

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	7
E. Batasan Penelitian	7
 BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Geologi Regional.....	8
B. Kubah Lava Pangkajene	11
C. Geolistrik Tahanan Jenis	19
D. Kerangka Pemikiran	24
E. Hipotesis	24
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Jenis Penelitian.....	25
B. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	25
C. Peralatan dan Bahan Penelitian.....	27
D. Kegiatan Pengumpulan Data	28
E. Pengolahan dan Analisis Data	31

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Geologi Daerah Penelitian.....	33
B. Mineral Penyusun Batuan Kubah Lava	41
C. Survey Geolistrik	44
D. Interpretasi Data Geolistrik	49
E. Struktur Batuan Bawah Permukaan Kubah Lava	54

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	61
B. Saran	62

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Tabel pengukuran data geolistrik	29
Tabel 4.1. Kandungan mineral sampel batuan kubah lava.	44
Tabel 4.2. Hasil-hasil penelitian di Bulu Seppang dan Bulu Batualong.	54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Kolom Stratigrafi daerah Pangkajene, Kabupaten Sidrap.	10
Gambar 2.2. Peta geologi regional daerah Pangkajene dan sekitarnya.	10
Gambar 2.3. Model 2D gaya berat penampang bawah permukaan daerah Massepe.	13
Gambar 2.4. Penampang model magnet 2D daerah Massepe.	14
Gambar 2.5. Rekonstruksi Kaldera Pangkajene.	15
Gambar 2.6. Mekanisme pembentukan Kaldera Pangkajene, berdasarkan van Bemmelen (1929), Paripurno (1993) dan Pribadi dkk. (2007)	16
Gambar 2.7. Arah kemagnetan batuan lava dan Formasi Walanae.	17
Gambar 2.8. Paleolatitide dan rotasi Sulawesi Selatan	17
Gambar 2.9. Aliran arus listrik dalam bumi pada geolistrik tahanan jenis konfigurasi Wenner	20
Gambar 2.10. Model dua elektroda arus dan dua elektroda potensial	22
Gambar 3.1. Citra SRTM Bulu Seppang – Bulu Batualong yang merupakan lokasi penelitian	26
Gambar 3.2. Diagram alir penelitian	26
Gambar 3.3. Susunan elektroda untuk survey geolistrik konfigurasi Metoda Wenner	30
Gambar 4.1. Foto Bulu Batualong yang merupakan Satuan Geomorfologi bergelombang miring (Arah Foto N25°E)	34
Gambar 4.2. Foto Bulu Seppang yang merupakan Satuan Geomorfologi berbukit bergelombang miring (Foto direkam dari sebelah selatan Bulu Batualong)	35

Gambar 4.3. Foto kenampakan lapangan Satuan Geomorfologi bergelombang miring (Latar Belakang Bulu Tinebbang dan Bulu Buala)	36
Gambar 4.4. Foto kenampakan lapangan Satuan Geomorfologi bergelombang landai (Arah Foto N135°E)	36
Gambar 4.5. Foto kenampakan lapangan Satuan ignimbrit di Bulu Seppang (Arah Foto N 208°E)	38
Gambar 4.6. Foto kenampakan lapangan singkapan ignimbrit di stasiun pengamatan Tad 9 (Bulu Seppang) (Arah Foto N10°E).	39
Gambar 4.7. Foto kenampakan lapangan jatuhan ignimbrit di sekitar Bulu Seppang (Arah Foto N 200°E)	39
Gambar 4.8. Foto kenampakan bongkahan Basal di Bulu Batualong (Arah Foto N 355°E)	40
Gambar 4.9. Foto kenampakan basal daerah Bulu Batualong.	40
Gambar 4.10. Foto Migrograf basal di Stasiun pengamatan TAD02/AN02 di Bulu Batualong (Perbesaran Total 50x)	42
Gambar 4.11. Foto Migrograf basal di Stasiun pengamatan TAD11/AN07 di Bulu Batualong (Perbesaran Total 50x)	42
Gambar 4.12. Foto Migrograf fragmen ignimbrit Stasiun 3 di Bulu Seppang (Perbesaran Total 50x)	43
Gambar 4.13. Foto pengambilan data geolistrik di lintasan A	45
Gambar 4.14. Penampang bawah permukaan tahanan jenis lintasan A.	46
Gambar 4.15. Foto pengambilan data geolistrik di lintasan B.	47
Gambar 4.16. Penampang bawah permukaan tahanan jenis lintasan B.	47
Gambar 4.17. Distribusi nilai tahanan jenis pada berbagai kedalaman.	48

Gambar 4.18. Interpretasi penampang tahanan jenis lintasan A.	50
Gambar 4.19. Interpretasi penampang tahanan jenis lintasan B.	51
Gambar 4.20. Ilustrasi struktur batuan bawah permukaan bulu batualong dan bulu seppang (tidak dengan skala sebenarnya) dimodifikasi dari Risdianto.	59

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil analisa petrografi batuan kubah lava Daerah Bua'e	67
Lampiran 2. Peta – peta Daerah penelitian	75
Lampiran 3. Data pengukuran geolistrik	81
Lampiran 4. Tabel harga tahanan jenis batuan	86
Lampiran 5. Peta – peta peneliti terdahulu	89

*Surely with difficulty is ease.
(Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan).*

*With difficulty is surely ease.
(Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan)*

*So when you are free, nominate.
Maka apabila engkau telah selesai (dari satu urusan), tetaplah bekerja
keras (untuk urusan yang lain).*

*And make your Lord your exclusive object
(Dan hanya kepada Tuhan-mulah engkau berharap)*

(Q.S. Al- Insyirah: 5 – 8)

*Kudedikasikan karya ini untuk kedua orang tuaku
Abdul Rahim dan Sitti Rabiah*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Berdasarkan litotektonik Pulau Sulawesi, Sulawesi Selatan merupakan bagian dari jalur magmatik Mandala Barat bagian Barat. Mandala Sulawesi Barat merupakan kelanjutan dari busur kepulauan Indonesia Barat mulai dari Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara, membelok ke Sulawesi membentang ke utara menuju Filipina dan Kepulauan Jepang. Mandala ini diperkirakan terletak di atas jalur *benioff* dari tunjaman ke bawah lempeng. Sebelah timurnya bercirikan aktivitas kegiatan gunungapinya, terobosan-terobosan batuan bersifat asam (Panjaitan, 2009).

Di Sulawesi sendiri khususnya Sulawesi Selatan banyak terdapat batuan vulkanik. Batuan vulkanik adalah batuan beku yang terbentuk di permukaan atau sangat dekat permukaan bumi dan umumnya berbutir sangat halus hingga gelas (Noor, 2011). Batuan vulkanik dapat dijumpai sebagai ekstrusi dan aliran di permukaan dengan ketebalan mulai dari beberapa sentimeter hingga ratusan meter. Batuan ini tersebar mulai Sulawesi Selatan bagian utara hingga selatan termasuk di daerah Kabupaten Sidrap.

Kabupaten Sidrap beribukota di Kota Pangkajene terletak sekitar 180 km sebelah utara Kotamadya Makassar dan ± 30 km sebelah timur laut Kota Pare – Pare. Sebagian wilayahnya tertutupi oleh batuan

vulkanik. Menurut Djuri dkk (1998), sebagian wilayah Sidrap terdiri atas Formasi Batuan Anggota Lava Batuan Gunungapi Pare. Batuan vulkanik ini merupakan indikasi keberadaan gunungapi baik yang masih tampak maupun yang sudah hilang berupa fosil gunungapi.

Fosil gunungapi dapat ditandai dari kenampakan kalderanya yang dikenal sebagai gunungapi purba. Keberadaan kaldera gunungapi purba sejauh ini sudah dapat identifikasi dari beberapa peneliti terdahulu diantaranya yang telah dilakukan oleh Sidarto dkk (2009) yang memanfaatkan teknologi penginderaan jauh untuk mengidentifikasi kaldera purba daerah Sapaya yang terletak di tiga kabupaten yakni Gowa, Takalar dan Jeneponto.

Kaldera purba lain yang terdapat di Sulawesi Selatan berada di daerah Pangkajene, Kabupaten Sidrap. Kaldera purba ini dikenal dengan sebutan kaldera Pangkajene. Kaldera Pangkajene sudah mengalami kerusakan akibat pengaruh sesar Walanae, sehingga yang tampak sekarang hanya kaldera bagian barat. Dalam kaldera ini terdapat bukit-bukit berbentuk kerucut yang dikenal sebagai kubah lava. Kubah lava ini memiliki ketinggian yang bervariasi. Kubah lava tersebut antara lain Bulu Allakuang (124 mdpl), Bulu Buala (165 mdpl), Bulu Matanre (185 mdpl), Bulu Tinebbang (111 mdpl), Bulu Seppang (180 mdpl), Bulu Batualong (201 mdpl), Bulu Batuara (174 mdpl), dan Bulu Batulapa (124 mdpl). Di antara sekian banyak kubah lava yang ada di tempat tersebut, terdapat

Bulu Batualong dan Bulu Seppang. Kedua kubah lava ini terletak di sekitar dinding kaldera bagian barat yaitu di daerah Bua'e.

Pengukuran gaya berat yang dilakukan oleh Arsadipura dkk (2006) di sekitar kubah lava Bulu Seppang dan Bulu Batualong gaya berat sisa cukup tinggi. Gaya berat sisa yang diperoleh berada dalam rentang -0,5 hingga 1,5 mGal. Ini mengindikasikan bahwa kedua kubah lava tersebut tersusun atas batuan beku yang memiliki rapat massa (densitas) yang relatif sama.

Survey geomagnet yang dilakukan oleh Munandar dkk (2008) membagi kubah lava Bulu Batualong dan Bulu Seppang kedalam dua kelompok. Kelompok pertama adalah kubah lava yang memiliki anomali magnetik sisa tinggi ditempati oleh Bulu Batualong. Sedangkan kubah lava yang memiliki anomali magnetik sisa rendah ditempati oleh Bulu Seppang. Hal ini memperlihatkan bahwa kedua kubah lava tersebut tersusun atas batuan yang berbeda. Dilihat dari pengelompokan di atas maka batuan penyusun Bulu Batualong memiliki suseptibilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan Bulu Seppang.

Survey geologi di daerah Masepe dan sekitarnya yang dilakukan oleh Risdianto dkk (2008) menggolongkan kubah lava Bulu Batualong ke dalam satuan kubah lava. Sedangkan Bulu Seppang digolongkan ke dalam satuan batuan ubahan.

Haerany dkk (2011) menjelaskan dari aspek geomorfologi bahwa Bulu Batualong merupakan leher vulkanik (*volcanic neck*). Leher vulkanik

ini tersingkap sebagai akibat dari hasil erosi yang disebabkan oleh air, angin dan sebagainya. Sedangkan Bulu Seppang diidentifikasi sebagai kubah lava. Bulu Batualong memiliki ketinggian 201 mdpl sedangkan Bulu Seppang sekitar 180 mdpl.

Pendapat ini kemudian didukung oleh Kaharuddin (2012) yang mengemukakan karakteristik dan tipe letusan kaldera Pangkajene. Kaldera tersebut dicirikan dengan adanya kubah lava dan *volcanic neck*. Setelah runtuhnya kaldera, aktivitas magma tetap berlangsung, erupsi terjadi melalui celah-celah runtuh-runtuhan membentuk kubah lava dan leher vulkanik Bulu Batualong. Kubah lava tersebut tersebar di bagian tengah yang menempati sekitar 7% daerah kaldera. Kubah-kubah lava ini memiliki ketinggian berkisar 63-201 mdpl, dengan kemiringan lereng 30° - 85° dan beda tinggi sekitar 5 – 42 m. Pembentukan kubah lava ini merupakan proses akhir dari aktivitas gunungapi di daerah kaldera tersebut.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu memperlihatkan perbedaan batuan permukaan penyusun Bulu Seppang dan Bulu Batualong. Mengingat kedua kubah lava tersebut tersusun atas ignimbrit dan basal di bagian permukaannya maka ada kemungkinan struktur batuan bawah permukaan kedua kubah lava tersebut terdiri dari batuan yang sama dengan di permukaan.

Salah satu metode dalam geofisika yang dapat diaplikasikan dalam pencitraan struktur batuan bawah permukaan antara Bulu Seppang dan

Bulu Batualong adalah metode geolistrik. Struktur batuan adalah keadaan lokal atau regional dari susunan lapisan batuan yang telah dikenal meliputi ciri-ciri antara lain seperti urutan pembentukan atau susunan lapisan batuan tersebut (Simulango dalam Suherman dkk., 2012). Metode ini didasarkan pada perbedaan sifat kelistrikan batuan yakni perbedaan resistivitas batuan. Aliran arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi kemudian tegangannya diukur di permukaan bumi. Ini dapat diaplikasikan untuk mendeteksi batuan beku karena batuan tersebut memiliki harga resistivitas sangat sangat kontras dengan batuan sekitarnya. Dalam bidang geologi, metode ini telah banyak diaplikasikan, terutama untuk mengidentifikasi batuan dasar berupa batuan andesit di Lampung Barat (Rasimeng, 2007), mengetahui struktur geologi yang berkembang pada endapan vulkanik (Endayana dkk., 2011), mengidentifikasi batu candi (andesit) di Bukit Carang, Karanganyar (Jayanti dkk., 2012) dan menentukan struktur bawah permukaan bumi di daerah Simpang Baru (Suherman dkk., 2012).

Penelitian geolistrik di kubah lava daerah Bua'e dilakukan untuk memperoleh gambaran struktur batuan bawah permukaan dalam rangka melengkapi dan mempertajam pendapat beberapa peneliti sebelumnya dengan judul **“Analisis Struktur Bawah Permukaan Daerah Bua'e Kabupaten Sidrap Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis”**.

B. Rumusan Masalah

Dari uraian di atas, rumusan masalah yang penulis kemukakan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah batuan bawah permukaan daerah Bua'e berdasarkan sifat tahanan jenisnya?
2. Bagaimanakah komposisi mineral dan jenis batuan penyusun di daerah Bua'e?
3. Bagaimana struktur batuan bawah permukaan kubah lava daerah Bua'e khususnya Bulu Batualong dengan Bulu Seppang?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, diharapkan dalam penelitian ini dapat menjawab rumusan masalah tersebut di atas yaitu

1. Mengidentifikasi batuan bawah permukaan daerah Bua'e berdasarkan sifat tahanan jenisnya.
2. Mengetahui komposisi mineral dan jenis batuan penyusun di daerah Bua'e.
3. Mengetahui dan menganalisis struktur bawah permukaan daerah Bua'e khususnya Bulu Batualong dengan Bulu Seppang.

D. Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan kontribusi dalam segala aspek, antara lain :

1. Memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kaldera Pangkajene khususnya pada kubah lava yang ada di lokasi tersebut.
2. Sebagai referensi tentang studi geologi khususnya vulkanologi terutama mengenai pembentukan dan karakteristik kubah lava di Kaldera Pangkajene.
3. Sebagai bahan pertimbangan bagi pemerintah setempat dalam membuat perencanaan keruangan.

E. Batasan Penelitian

Penelitian ini difokuskan pada penentuan struktur batuan bawah permukaan daerah Bua'e berdasarkan sifat resistivitasnya serta komposisi mineral kedua batuan kubah lava. Maka dalam penelitian ini penulis membatasi ruang lingkup penelitian yang meliputi:

1. Kubah lava yang menjadi objek penelitian adalah kubah lava Bulu Batualong dan Bulu Seppang.
2. Interpretasi struktur batuan bawah permukaan antara Bulu Batualong dan Bulu Seppang berdasarkan sifat resistivitasnya.
3. Analisis petrografi untuk mengidentifikasi komposisi mineral dan jenis batuan penyusun kubah lava di daerah Bua'e.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Geologi Regional

1. Geomorfologi

Bagian barat dari pada daerah Pangkajene yang merupakan penelitian merupakan rangkaian pegunungan bergelombang sedang hingga berrelief kuat dengan puncak tertinggi pada gunung Bulu Lajallu sekitar 892 m dari permukaan laut. Kawasan morfologi ini tersusun oleh batuan Gunungapi Camba, Soppeng dan batuan Gunungapi Pare-Pare, sedang bagian timur merupakan pedataran hingga bergelombang lemah, tersusun oleh batuan Formasi Walanae dan endapan aluvial serta endapan danau. Daerah pedataran ini pada umumnya berfungsi sebagai lahan pertanian.

2. Stratigrafi

Geologi daerah Pare-Pare telah dipublikasikan oleh peneliti terdahulu yaitu Djuri dkk (1998) yang menghasilkan Peta Geologi Lembar Majene dan Bagian Barat Palopo, Sulawesi Selatan. Berdasarkan hal tersebut, maka daerah Pare-Pare dan Pangkajene tersusun oleh beberapa formasi batuan yaitu :

1) Formasi Walanae

Formasi Walanae (Tpw) terdiri dari konglomerat, batupasir glokonit dan serpih. Batupasir mengandung Moluska dan fosil Foraminifera yang menunjukkan umur Miosen Tengah-Pliosen sedangkan lingkungan

pengendapannya darat hingga laut dangkal. Ketebalan formasi ini sekitar 1700 meter.

2) Batuan Gunungapi Pare-Pare

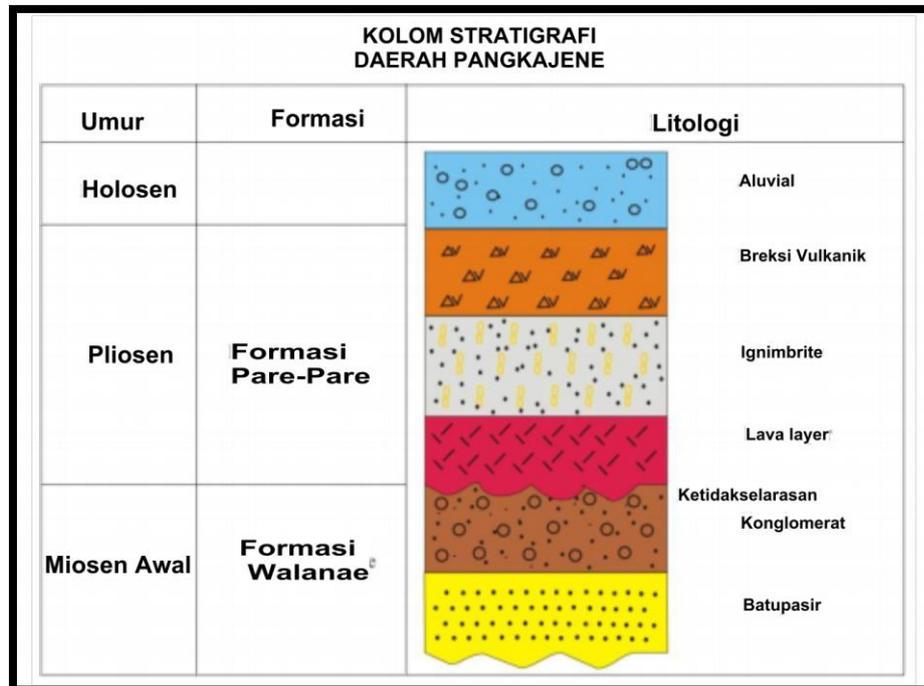
Batuan Gunungapi Pare-Pare terdiri dari tufa lapilli dan breksi vulkanik, setempat dengan sisipan lava bersifat trakit-andesit. Pengamatan petrografi menunjukkan tufa bersifat tufa gelas, pumice dan litik. Struktur silang siur dan sisa tumbuhan (arang), sedang di bagian selatan (Baru utara) ditemukan struktur *slumping* dan *convolute lamination*. Di beberapa tempat terutama di bagian selatan terdapat endapan *pumice* dalam bentuk tras. Di daerah Pantai Lumpue ditemukan bekas kaldera yang tersusun oleh lava dan breksi vulkanik trakitik. Kedudukan lapisan batuan Gunungapi Pare-Pare sudah tidak teratur yaitu arah utara – selatan, barat – timur dengan kemiringan antara 5 - 15°. Umur batuan gunungapi Pare-Pare yaitu Pliosen.

3) Endapan Aluvial

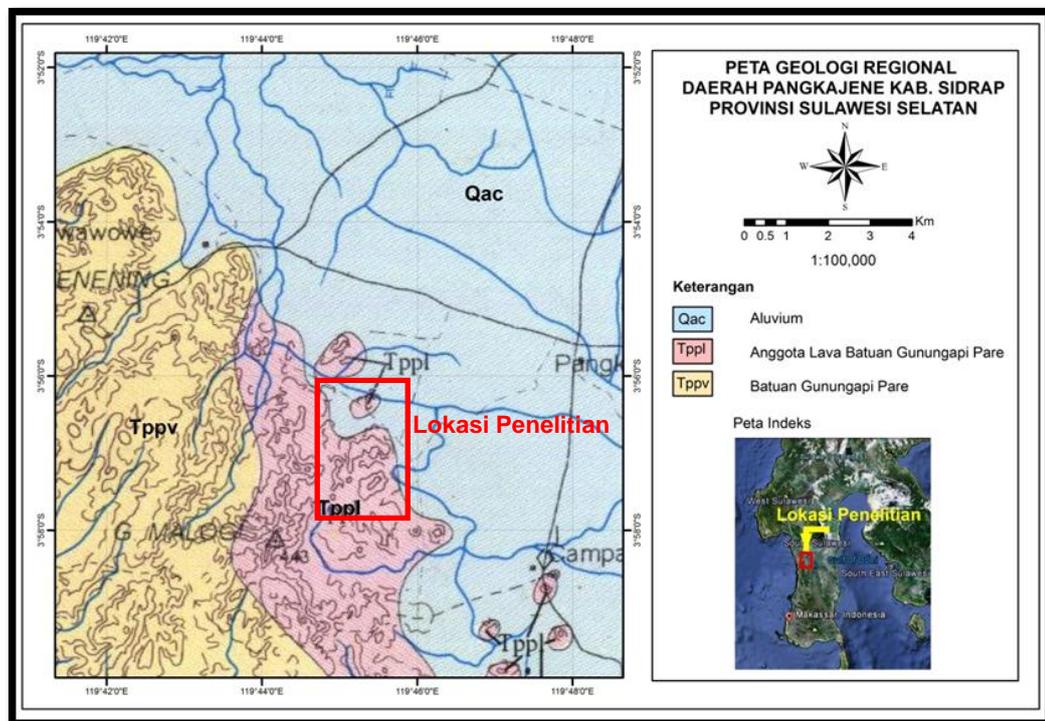
Tersusun oleh endapan pantai, sungai dan lembah, berupa pasir, lempung, kerikil dan bongkah – bongkah batuan. Tersebar di sepanjang pantai, sungai dan lembah – lembah di antara pegunungan.

3. Struktur Geologi

Berdasarkan peta geologi yang dibuat oleh Rab Sukanto (1982), daerah Kabupaten Sidrap dan Pare - Pare terpengaruh oleh patahan regional Walanae yang berarah Baratlaut ke Tenggara dan bersifat aktif, yang memberikan dampak terhadap deformasi batuan.



Gambar 2.1. Kolom Stratigrafi Daerah Pangkajene, Kabupaten Sidrap (Haerany dkk., 2011)



Gambar 2.2. Peta geologi regional daerah Pangkajene dan sekitarnya (Djuri dkk., 1998)

Deformasi batuan berupa lipatan, dan patahan. Arah umum daripada kedudukan lapisan batuan tidak dapat ditentukan karena sudah terganggu struktur regional dan lokal berupa patahan yang berarah utara – selatan, baratlaut – tenggara, timurlaut – baratdaya dan barat – timur. Akibat pengaruh gangguan struktur pasca vulkanisme menyebabkan struktur bentukan aktivitas vulkanisme sulit ditentukan.

B. Kubah Lava Pangkajene, Sidrap

Kubah lava merupakan salah satu karakteristik dari keberadaan suatu kaldera purba. Selain itu, kubah lava juga merupakan bentukan dari leleran lava kental yang keluar melalui celah dan dibatasi oleh sisi curam di sekelilingnya. Bentuk-bentuk kubah ini sangat dipengaruhi oleh viskositas lava (Alzwar dkk., 1988). Kubah lava ini muncul sebagai kerucut sebagai hasil magma yang menerobos batuan di atasnya yang kemudian mendingin. Kubah lava ini tersingkap ke permukaan karena pengaruh erosi tingkat lanjut yang sebabkan oleh angin, udara, air ataupun pengaruh struktur di tempat tersebut.

Menurut Risdianto dkk (2008) dalam peta geologi daerah panas bumi Masepe Kabupaten Sidrap (lampiran 5a), membagi kubah lava daerah Pangkajene dibagi kedalam dua satuan adalah sebagai berikut :

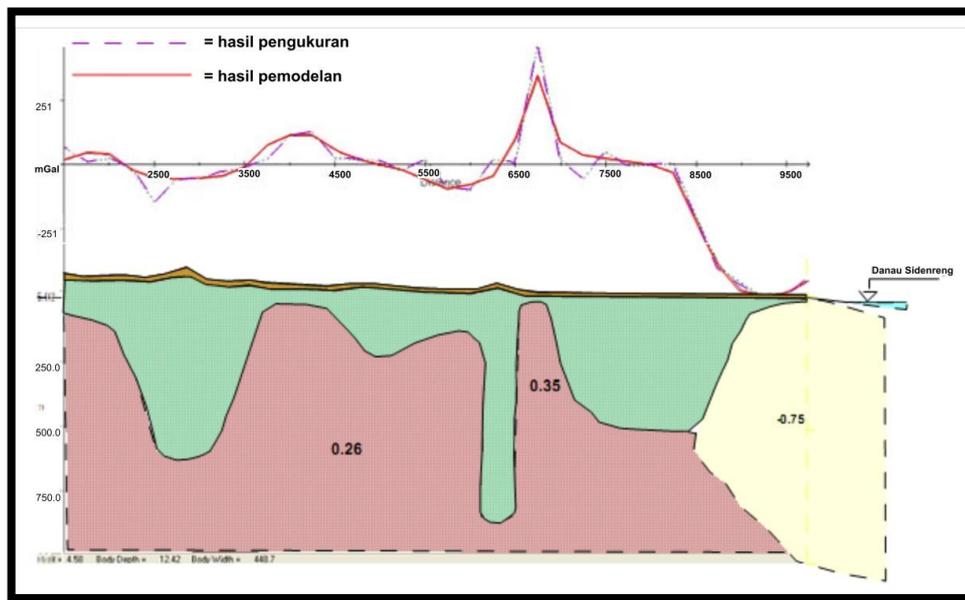
- a. Satuan Kubah Lava-1, Hadir berupa bukit-bukit terisolasi yang muncul dan menerobos satuan batuan sedimen dan batuan vulkanik yang lebih tua. Ketinggian maksimum satuan ini antara 50 – 100 m, dengan diameter maksimum mencapai 500 m. Singkapan yang teramati jelas

terdapat di areal penambangan batu di daerah Alakuang, Secara megaskopis batuananya berupa lava dasitik, berwarna putih hingga abu-abu muda, porfiritik. Tubuh satuan batuan ini diperkirakan terbentuk sebagai tubuh kubah lava. Berdasarkan hubungan relatif dengan satuan batuan lainnya, satuan ini diperkirakan berumur Pliosen.

- b. Satuan Kubah Lava-2, Satuan ini membentuk satuan morfologi perbukitan kubah, membentuk bukit-bukit terisolir yang menerobos satuan batuan yang lebih tua yang terdiri dari batuan sedimen dan vulkanik. Ketinggian perbukitan kubah ini berketinggian antara 30 – 110 m, bentuknya menyerupai kerucut, diameter maksimum perbukitan ini mencapai 700 m. Dari hasil pentarikan (*dating*) menggunakan metode jejak belah (*fission track*) menunjukkan bahwa umur satuan ini adalah $1,8 \pm 0,6$ juta tahun atau pada Kala Pliosin – Plistosin dan merupakan batuan vulkanik termuda di daerah tersebut.

Penyelidikan gaya berat yang telah dilakukan oleh Arsadipura dkk (2006) di sekitar daerah mata air panas Masepe memperlihatkan adanya anomali gaya berat sisa (lampiran 5b). Anomali yang terlihat berupa pengkutuban anomali tinggi, sedang dan rendah. Pengkutuban anomali gaya berat sisa pada daerah tersebut merupakan cerminan dari batuan dengan densitas lebih tinggi atau merupakan terobosan tubuh batuan baik muncul ke permukaan ataupun di bawah permukaan. Tubuh batuan tersebut diperkirakan berupa batuan andesit. Tubuh batuan beku ini di sebelah barat dan timurnya diapit oleh tubuh batuan yang mempunyai

densitas lebih kecil, diperkirakan sebagai satuan batuan sedimen (Formasi Walanae), aluvium dan endapan danau. Gambar 2.3 memperlihatkan adanya batuan beku yang mendasari daerah tersebut.

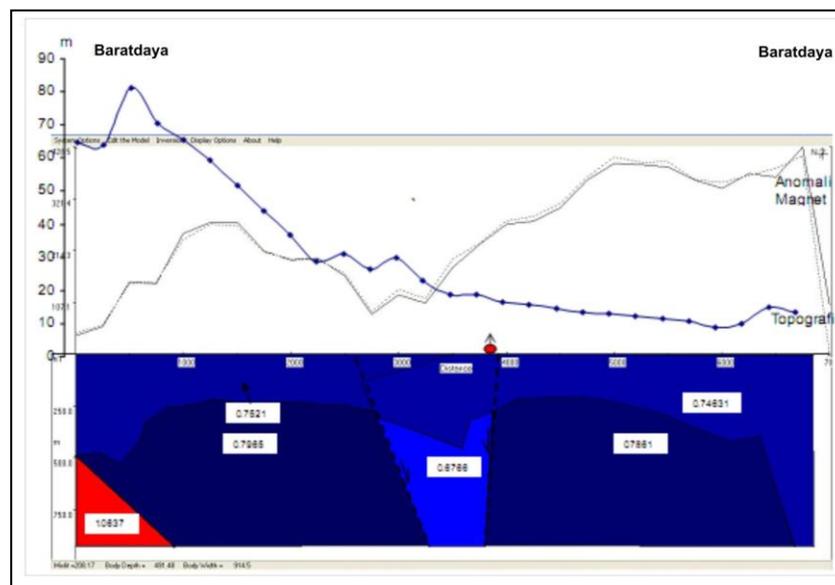


Gambar 2.3. Model 2D gaya berat penampang bawah permukaan daerah Messepe (Arsadipura dkk., 2006)

Harga densitas rata-rata batuan hasil analisis laboratorium dan analisis cara Parasnisi adalah 2,37 dan 2,84 gram/cm³. Dari harga densitas batuan yang berbeda-beda walaupun batuanya sama berupa andesit, dasit dan batuan sedimen (batulempung), dapat ditafsirkan bahwa tersebut telah mengalami perubahan sifat batuan yang cukup kuat dari sifat batuan asalnya, perubahan sifat ini antara lain disebabkan oleh adanya proses geotermal/hidrotermal (Arsadipura dkk., 2006).

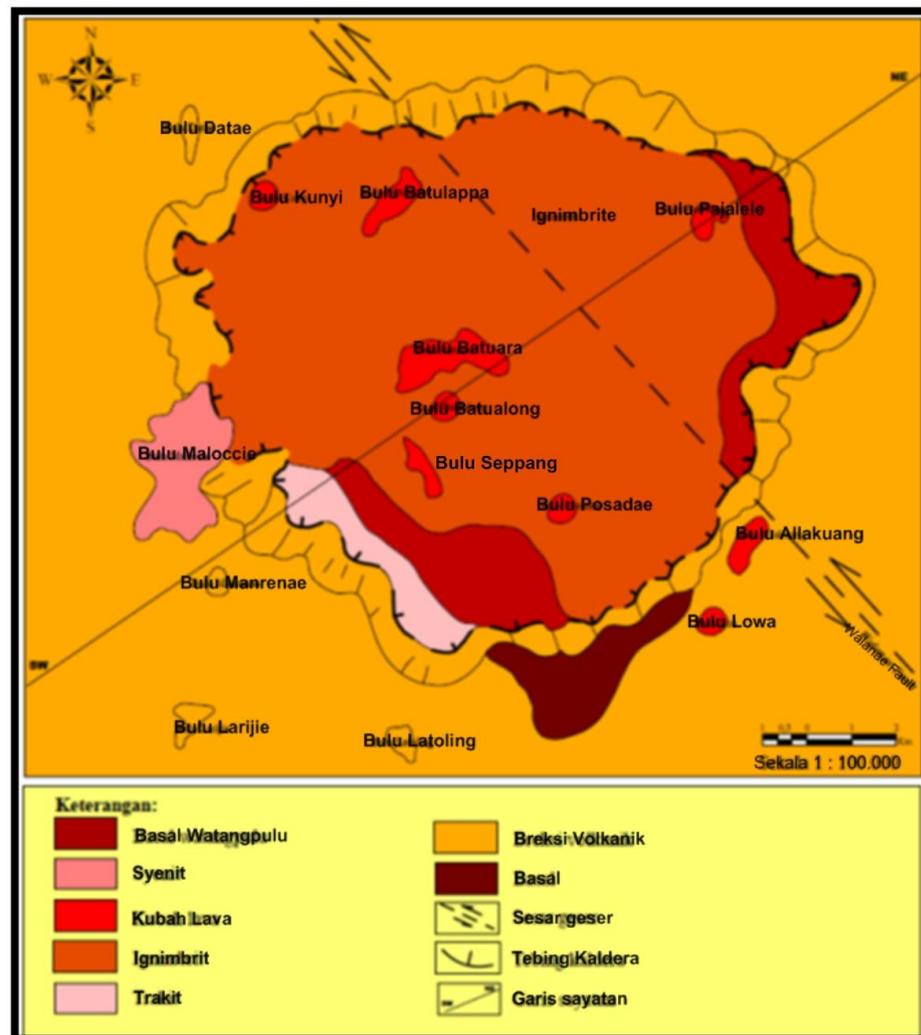
Hal ini didukung pula dengan pengukuran geomagnetik yang dilakukan oleh Munandar dkk (2006) (lampiran 5c). Berdasarkan analisis penampang model magnet 2-D dapat ditafsirkan bahwa terdapat

beberapa struktur yang ada di daerah tersebut. Struktur yang pertama ditandai dengan adanya peningkatan kemagnetan batuan yang diperkirakan merupakan batas perlapisan antara batuan lava andesit dengan batuan sedimen, kemungkinan batas antar batuan tersebut dibatasi oleh struktur sesar. Pada struktur yang kedua dicirikan dengan adanya peningkatan grafik anomali yang cukup tajam dari grafik profil anomali magnet sisa yang diperkirakan merupakan struktur yang mengontrol kemunculan mata air panas Pajalele.



Gambar 2.4. Penampang Model Magnet 2-D Daerah Masepe. (Munandar dkk., 2006)

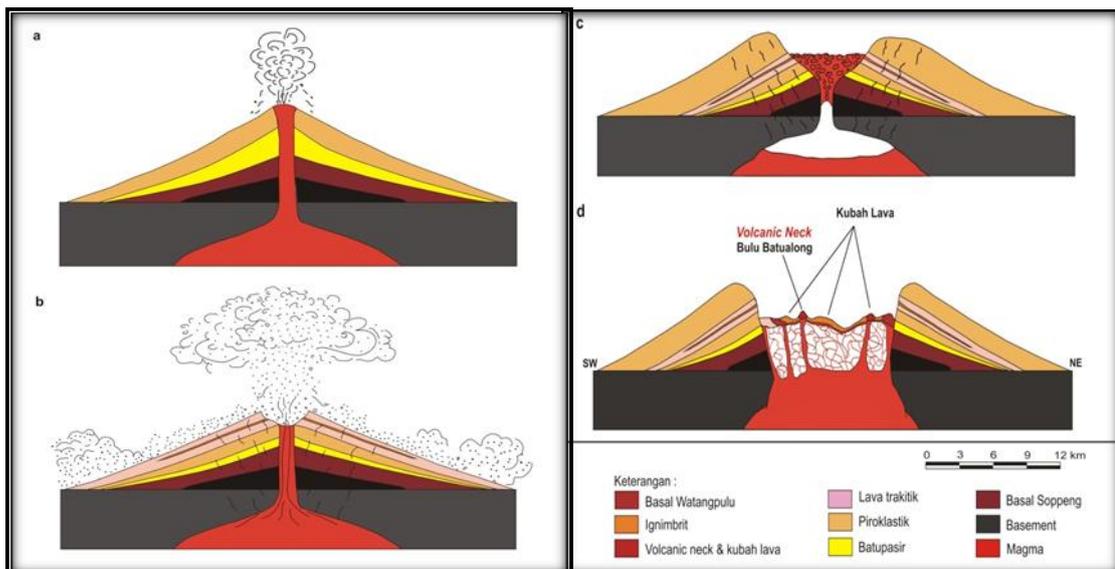
Selain itu dari model magnet 2-D ini juga terdapat suatu tubuh batuan intrusi. Adanya nilai nilai kemagnetan tinggi di bagian sekitar mata air panas Pajalele dan Alakuang diperkirakan merupakan tubuh-tubuh intrusi yang tidak muncul ke permukaan, yang diduga berhubungan dengan pembentukan sistem panas bumi daerah Masepe.



Gambar 2.5. Rekonstruksi Kaldera Pangkajene (Kaharuddin, 2012)

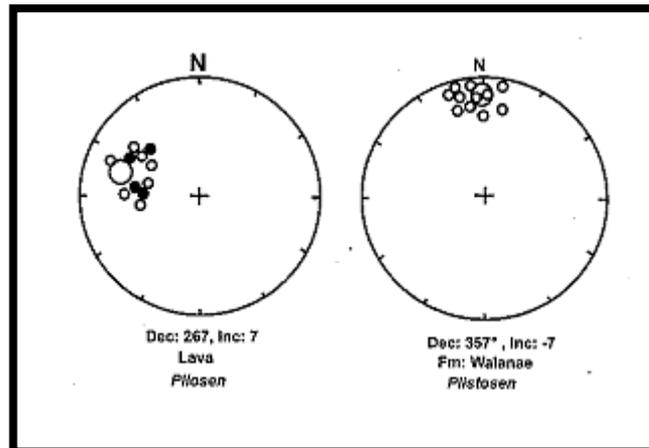
Gambar 2.5 memperlihatkan hasil rekonstruksi kaldera Pangkajene. Kaldera tersebut terdapat sesar Walanae yang memotong kaldera. Sebelah kanan sesar merupakan bagian kaldera yang terseret ke daerah Pinrang (Bulu Patteang). Mekanisme pembentukan kaldera Pangkajene dijelaskan oleh Kaharuddin (2012) dalam gambar 2.6. Pada erupsi pertama, terjadi letusan dahsyat membentuk breksi perlitik, menyusul letusan magma basaltik kaya gas membentuk breksi basaltik. Kemudian terjadi efusif dan letusan magma trakitik membentuk kubah lava dan

ignimbrit trakitik (a). Puncak letusan, letusan pertama mengeluarkan piroklastik basaltik, kondisi relatif tenang membentuk kubah lava riolitik menyusul letusan dahsyat membentuk breksi basaltik dan aglomerat riolitik. Atap dapur magma mulai retak dan membentuk kaldera letusan (b). Kekosongan dapur magma menyebabkan atap dapur magma runtuh ke dalam, membentuk kaldera runtuh (c). Setelah runtuhnya keldera, aktivitas magma tetap berlangsung, erupsi terjadi melalui celah-celah runtuh membentuk kubah lava, *volcanic neck*, *dike*, *stock*, dan lelehan lava (d).



Gambar 2.6. Mekanisme Pembentukan Kaldera Pangkajene, Berdasarkan van Bemmelen (1929), Paripurno (1993) dan Pribadi dkk. (2007) (Kaharuddin, 2012).

Pengukuran paleomagnetik terhadap dua formasi batuan yang berada di daerah Pangkajene dan sekitarnya diperlihatkan dalam gambar di bawah ini.

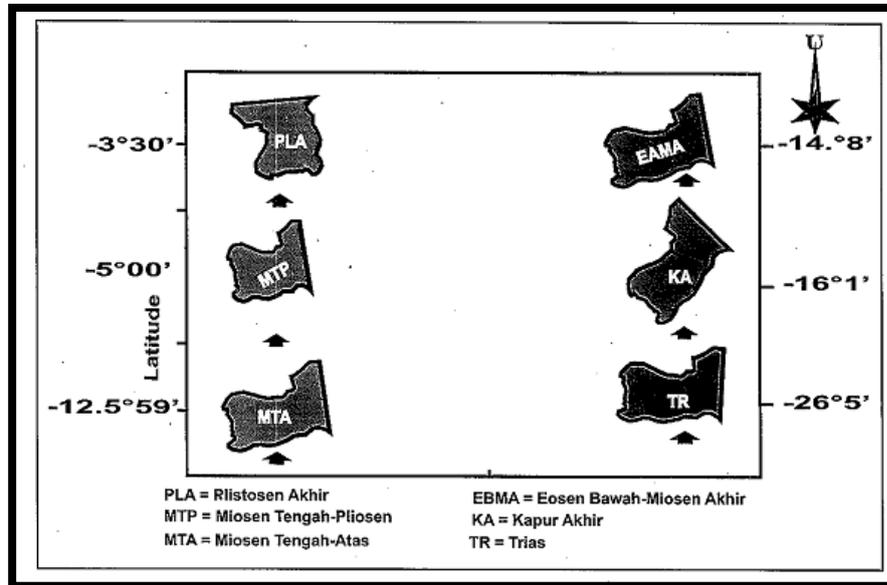


Gambar 2.7. Arah Kemagnetan batuan lava dan Formasi Walanae) (Panjaitan, 2009).

Pada Formasi Walanae juga memiliki arah kemagnetan yang cukup stabil. Posisi lintang purba terletak pada $-4,5^{\circ}$ LS sehingga terbentuknya batuan ini sudah hampir mendekati posisi seperti saat ini. Pada kelompok batuan lava yang termasuk ke dalam batuan gunungapi formasi Camba memiliki umur batuan berkisar 4,6 juta tahun, dan dikelompokkan ke dalam Pliosen dan mempunyai arah kemagnetan yang stabil. Arah tersebut kemungkinan merupakan arah kemagnetan sekunder atau primer yang telah terganggu (Panjaitan, 2009).

Dari paleolatitute gerakan polar lengan barat Sulawesi Selatan di atas terlihat seluruh batuan yang terbentuk di Sulawesi Selatan berasal dari selatan ekuator. Sejak umur Trias posisi lintang purba terletak pada $-26,5^{\circ}$ LS. Kapur Akhir $-16,1^{\circ}$ LS, Eosen Awal – Miosen akhir $-14,8^{\circ}$ LS, Miosen Tengah – Akhir $-12,5^{\circ}$ LS, Miosen Tengah – Pliosen $4,5^{\circ}$ LS, dan Plistosen Akhir $-3,5^{\circ}$ LS. Sulawesi yang pada Trias terbentuk jauh di Selatan khatulistiwa, merupakan bagian dari selatan pinggiran benua

Australia, kemudian sejak umur Trias Akhir bergerak terus ke arah utara hingga pada posisi sekarang (Panjaitan, 2009).



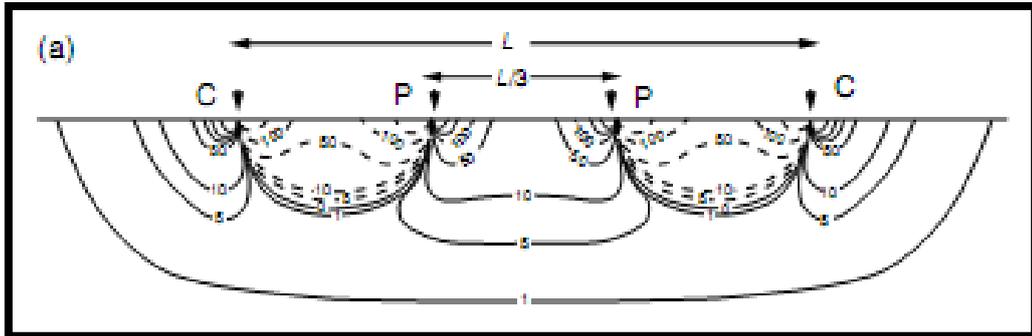
Gambar 2.8. Paleolatitudo dan Rotasi Sulawesi Selatan (Panjaitan, 2009).

Ditinjau dari aspek geofisika seperti gaya berat dan geomagnet memperlihatkan gejala yang serupa. Sifat kemagnetan Bulu Batualong lebih tinggi dibandingkan dengan Bulu Seppang. Bulu Batualong memiliki nilai kemagnetan 350 – 800 nT. Bulu Seppang sendiri memiliki nilai kemagnetan yang lebih rendah. Kemagnetan yang dimiliki berkisar 0 – 350 nT. Namun, dilihat dari sifat gaya beratnya, keduanya memperlihatkan rentang nilai yang sama yakni berkisar dari -0,5 mGal sampai 1,5 mGal. Ini dapat diinterpretasikan bahwa kedua bukit tersebut tersusun atas batuan yang memiliki densitas yang hampir sama tapi memiliki suseptibilitas yang sangat berbeda. Bulu Batualong tersusun atas basal yang memiliki densitas sekitar 2,7-3,3 mg/m³ dengan nilai rata-rata 2,99 mg/m³.

Sedangkan Bulu Seppang tersusun atas batuan ignimbrit andesitic memiliki densitas antara $2,4 - 2,8 \text{ mg/m}^3$ dengan nilai rata-rata $2,61 \text{ mg/m}^3$ (Reynold, 1997). Sedangkan menurut Telford, dkk (1990) memberikan nilai suseptibilitas batuan basal dalam system internasional (SI) berkisar $0,2 - 175$ dan batuan andesit sebesar 160 . Hal ini memberikan gambaran bawah permukaan bahwa kedua bukit tersebut tersusun atas jenis batuan yang berbeda. Tingginya kemagnetan di Bulu Batualong disebabkan oleh jenis batuan penyusunnya yakni batuan basal.

C. Geolistrik Tahanan Jenis

Secara umum, pendekatan sederhana pembahasan gejala kelistrikan bumi adalah dengan menganggap bumi sebagai medium homogen (jenis litologi sama) dan bersifat isotropis (diukur dari berbagai arah akan memberikan harga yang sama). Dengan perlakuan tersebut medan listrik dari sumber titik di dalam bumi merupakan simetri bola. Prinsip metode geolistrik adalah dengan menginjeksi arus melalui elektroda arus C_1 yang ditenamkan di dalam bumi. Elektroda ini dihubungkan dengan elektroda arus C_2 lainnya yang berada di permukaan tetapi berjarak cukup jauh, sehingga pengaruhnya dapat diabaikan. Elektroda arus dapat dipandang sebagai titik sumber yang memancarkan arus listrik kesegala arah dalam medium bumi dengan tahanan jenis ρ .



Gambar 2.9. Aliran arus listrik dalam bumi pada geolistrik tahanan jenis konfigurasi Wenner (Milsom, 2003)

Ekuipotensial di setiap titik di dalam bumi membentuk permukaan bola dengan jari-jari r . Arus listrik yang diinjeksikan melalui elektroda arus sebagai fungsi jarak dan kedalaman, mengalir keluar bola secara radial ke segala arah sebesar,

$$I = AJ \quad \dots(2.1)$$

Dimana A adalah luas permukaan bola yang besarnya $4\pi r^2$ dan J adalah rapat arus yang menyatakan besarnya arus yang mengalir dalam suatu luasan yang dinyatakan dengan persamaan

$$J = \sigma E \quad \dots(2.2)$$

dimana σ adalah konduktivitas listrik dan E adalah medan listrik yang dinyatakan dengan persamaan:

$$E = k \frac{Q}{r^2} \quad \dots(2.3)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.2), (2.3), dan luas permukaan bola ke dalam persamaan (2.1) maka diperoleh persamaan

$$I = 4\pi\sigma k Q \quad \dots(2.4)$$

Kemudian beda potensial (tegangan) diberikan oleh persamaan

$$V = k \frac{Q}{r} \quad \rightarrow \quad kQ = Vr \dots(2.5)$$

Substitusi persamaan (2.5) ke dalam persamaan (2.4) sehingga menghasilkan persamaan

$$I = 4\pi\sigma Vr \quad \rightarrow \quad \sigma = \frac{I}{4\pi Vr} \dots(2.6)$$

Mengingat bahwa konduktivitas listrik merupakan kebalikan dari resistivitas listrik, persamaan (2.6) menjadi

$$\rho = 4\pi r \frac{V}{I} \dots(2.7)$$

Karena sumber arus terdapat di permukaan bumi, maka permukaan yang dilalui arus adalah setengah bola sehingga persamaan (2.7) menjadi

$$\rho = 2\pi r \frac{V}{I} \dots(2.8)$$

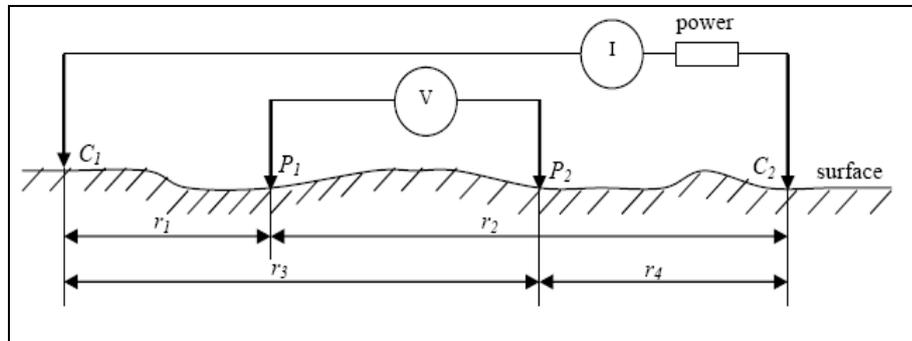
Apabila jarak antara dua elektroda arus tidak terlalu besar, potensial disetiap titik dekat permukaan akan dipengaruhi oleh kedua elektroda arus. Adapun potensial listrik yang dihasilkan dari kedua sumber arus ini adalah beda potensial yang terukur pada dua titik pengukuran pengukuran potensial (P_1 dan P_2). Adapun beda potensial terukur antara titik P_1 dan P_2 adalah,

$$\begin{aligned} \Delta V &= V(P_1) - V(P_2) \\ \Delta V &= \frac{I\rho}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right] \dots(2.9) \end{aligned}$$

dimana:

- r_1 = jarak C_1 ke P_1
- r_2 = jarak C_2 ke P_1
- r_3 = jarak C_1 ke P_2
- r_4 = jarak C_2 ke P_2

untuk lebih jelasnya lihat gambar berikut



Gambar 2.10. Model dua elektroda arus dan dua elektroda potensial

Dengan mengatur persamaan (2.9), kita peroleh persamaan untuk resistivitas:

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad \dots(2.10)$$

Dimana K adalah faktor koreksi geometri yang dinyatakan dengan

$$K = 2\pi \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]^{-1} \quad \dots(2.11)$$

Untuk konfigurasi Wenner persamaan (2.10) menjadi

$$\rho = 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \quad \dots (2.12)$$

Faktor koreksi ini berubah – ubah tergantung dari konfigurasi apa yang digunakan. Faktor koreksi ini dilakukan karena pada umumnya lapisan batuan tidak mempunyai sifat homogen sempurna, seperti yang dipersyaratkan pada pengukuran geolistrik. Untuk posisi lapisan batuan yang terletak dekat dengan permukaan tanah akan sangat berpengaruh terhadap hasil pengukuran tegangan dan ini akan membuat data geolistrik menjadi menyimpang dari nilai sebenarnya. Faktor yang dapat mempengaruhi homogenitas lapisan batuan adalah fragmen batuan lain

yang menyisip pada lapisan, faktor ketidakseragaman dari pelapukan batuan induk, material yang terkandung pada jalan, genangan air setempat, perpipaan dari bahan logam yang bisa menghantar arus listrik, pagar kawat yang terhubung ke tanah dan sebagainya. Tegangan listrik alami yang umumnya terdapat pada lapisan batuan disebabkan oleh adanya larutan penghantar yang secara kimiawi menimbulkan perbedaan tegangan pada mineral-mineral dari lapisan batuan yang berbeda juga akan menyebabkan ketidakhomogenan lapisan batuan.

Secara umum dalam pengukuran geolistrik terdapat beberapa konfigurasi yang umum digunakan seperti konfigurasi Wenner, Schlumberger. Konfigurasi Wenner digunakan untuk mengetahui distribusi resistivitas batuan bawah permukaan secara vertikal dan horizontal (2D). Sedangkan konfigurasi Schlumberger digunakan untuk memperoleh gambaran bawah permukaan secara vertikal (*sounding*). Dengan menggunakan konfigurasi ini kedalaman penetrasi yang diperoleh lebih besar.

Dalam melakukan interpretasi data geolistrik, diperlukan sebuah pemahaman geologi yang baik dan menafsirkan kenampakan citra bawah permukaan kedalam bentuk litologi ataupun struktur batuan. Setiap lapisan batuan memiliki sifat resistivitas yang khas yang memiliki nilai resistivitas masing-masing seperti yang diperlihatkan dalam tabel resistivitas batuan (lampiran 4).

D. Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran dalam penelitian ini sebagai berikut:

- Pengukuran geolistrik tahanan jenis dilakukan untuk memperoleh citra struktur batuan bawah permukaan kubah lava di daerah Bua'e dalam hal ini Bulu Batualong dan Bulu Seppang.
- Analisa petrografi, membantu dalam menentukan komposisi mineral penyusun batuan kubah lava. Dari sini dapat ditentukan jenis batuan penyusun kedua kubah lava tersebut.

E. Hipotesis

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan peneliti-peneliti terdahulu tentang batuan penyusun kubah lava di daerah Bua'e khususnya Bulu Batualong dan Bulu Seppang, maka hipotesis dalam penelitian adalah "Kubah lava yang batuan permukaannya terdiri atas batuan ignimbrit dan basal maka struktur batuan bawah permukaannya juga terdiri atas batuan ignimbrit dan basal".