

#### IV. METODOLOGI PENELITIAN

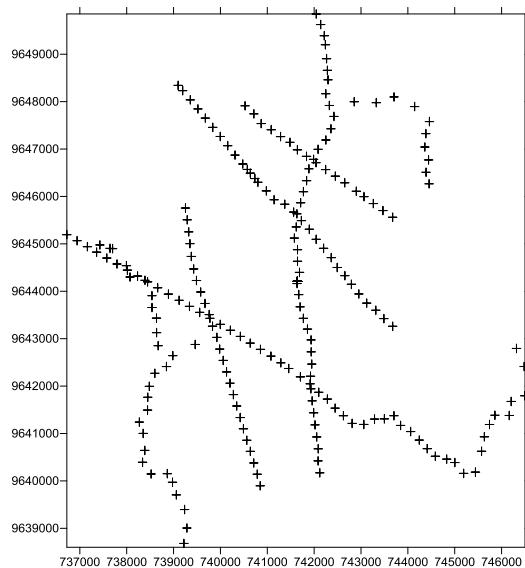
## A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2014 sampai dengan bulan Februari 2015 di Pusat Sumber Daya Geologi (PSDG) Bandung dan Laboratorium Jurusan Teknik Geofisika Fakultas Teknik Universitas Lampung, Jalan Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung. Adapun susunan kegiatan diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jadwal kegiatan penelitian

## B. Alat dan Bahan

Data penelitian ini merupakan data sekunder, yang diperoleh dari Badan Geologi Kementerian ESDM, Pusat Sumber Daya Geologi (PSDG) Bandung yang tersedia pada Sub Bidang Panas Bumi. Data yang diperoleh adalah data gravitasi hasil survei di daerah Lilli-Sepporaki pada tahun 2010. Data yang digunakan terdiri dari 299 titik pengamatan yang dibatasi oleh  $03^{\circ} 16' 28''$  –  $03^{\circ} 06' 17''$  Lintang Selatan dan  $119^{\circ} 07'$  –  $119^{\circ} 14'$  Bujur Timur atau pada koordinat UTM  $716934$  –  $747335$  mE dan  $9637787$  –  $9656679$  mS (Gambar 30).



Gambar 30. Titik-titik pengukuran pada daerah penelitian.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain:

1. Data gayaberat daerah Lilli-Sepporaki.
2. Data penunjang (peta anomlai magnet total, pemodelan inversi 2D magnetotellurik, dan *report* data geokimia) daerah Lilli-Sepporaki.

3. Peta geologi regional dan manifestasi daerah Lilli-Sepporaki.
4. Peta topografi daerah Lilli-Sepporaki.
5. Software yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: *Microsoft Office Excel*, *Surfer 10*, *Numeri*, *Grav2DC* dan *Grav3D*.

### C. Pengolahan Data

#### 1. Anomali Bouguer (*Bouguer anomaly*)

Data yang diolah untuk dianalisa lebih lanjut dalam penelitian ini adalah data hasil pengukuran gayaberat di lapangan ( $g_{read}$ ). Pengolahan data hasil pengukuran di lapangan bertujuan untuk menghilangkan pengaruh-pengaruh untuk mendapatkan nilai anomali gayaberat (*Bouguer Anomaly*) dilakukan dengan menggunakan program *Ms. Excel*.

Pengolahan data dilakukan dengan cara melakukan koreksi-koreksi terhadap data hasil pengukuran gayaberat di lapangan. Sebelum melakukan koreksi-koreksi tersebut, data hasil pengukuran gayaberat di lapangan ( $g_{read}$ ) terlebih dahulu dikonversikan ke dalam satuan mGal. Setelah nilai konversi mGal didapatkan selanjutnya dilakukan koreksi *tide* dan koreksi *drift* sehingga didapatkan nilai  $g_{observe}$  ( $g_{obs}$ ).

$$g_{obs} = g_{read} (\text{mgal}) - g_{tide} - g_{drift} \quad (70)$$

Setelah mendapatkan nilai  $g_{obs}$  pada setiap stasiun, kemudian dilakukan koreksi lintang, koreksi udara bebas, koreksi *Bouguer*, dan koreksi medan. Pada koreksi *Bouguer*, nilai densitas permukaan rata-rata menggunakan nilai  $2,67 \text{ gr/cm}^3$ . Hasil akhir yang didapatkan setelah

melakukan pengolahan data adalah nilai gayaberat yang hanya disebabkan oleh pengaruh ketidakseragaman densitas di bawah permukaan atau yang sering disebut sebagai anomali gayaberat (*Bouguer Anomaly*).

$$g_{AB} = g_{obs} - g_{\emptyset} + g_{FA} - g_B + TC \quad (71)$$

Dari rumus pada persamaan (71) tersebut diperoleh hasil anomali gayaberat (*Bouguer Anomaly*). Kemudian dibuat menjadi suatu kontur yang bertujuan untuk memudahkan dalam proses interpretasi. Proses pembuatan kontur dilakukan dengan menggunakan program *Surfer 10*. *Input* untuk pembuatan kontur menggunakan *Surfer 10* adalah koordinat (*x* dan *y*) titik pengukuran dan nilai anomali *Bouguer* pada titik tersebut.

## 2. Analisis spektrum

Analisis spektrum bertujuan untuk memperkirakan kedalaman suatu benda anomali gayaberat di bawah permukaan. Metode analisis spektrum menggunakan Transformasi Fourier yang berguna untuk mengubah suatu fungsi dalam jarak atau waktu menjadi suatu fungsi dalam bilangan gelombang atau frekuensi (Blakely, 1995).

Dengan analisis spektrum dapat diketahui kandungan frekuensi dari data, sehingga kedalaman dari anomali gayaberat dapat diestimasi. Frekuensi rendah yang berasosiasi dengan panjang gelombang panjang mengindikasikan daerah regional yang mewakili struktur dalam dan luas. Sedangkan sebaliknya, frekuensi tinggi yang berasosiasi dengan panjang gelombang pendek mengindikasikan daerah residual (lokal) yang mewakili

struktur dangkal dan umumnya frekuensi sangat tinggi menunjukkan *noise* yang diakibatkan kesalahan pengukuran, kesalahan digitasi, dan lain-lain.

*Input* untuk proses analisis spektrum adalah jarak antar titik pengukuran dan nilai anomali gayaberat hasil *slice* tiga buah lintasan yang memotong kontur anomali gayaberat (*Bouguer anomaly*) secara vertikal dan horizontal. Dalam penelitian ini menggunakan *software Numeri* dengan memasukkan nilai jarak spasi dan nilai anomali *Bouguer* pada lintasan tersebut, didapatkan nilai frekuensi, *real*, dan imajiner yang kemudian didapatkan nilai amplitudo dengan persamaan:

$$A = \sqrt{r^2 + i^2} \quad (72)$$

$$\ln A = \ln \sqrt{r^2 + i^2} \quad (73)$$

dimana  $r$  merupakan bilangan *real* dan  $i$  merupakan bilangan imajiner. Didapatkan pula nilai bilangan gelombang ( $k$ ) dari persamaan (74) berikut:

$$k = 2\pi f \quad (74)$$

Setelah didapatkan nilai amplitudo dan panjang gelombang sesuai persamaan (72), (73), dan (74), kemudian dibuat plot grafik  $\ln A$  terhadap  $k$ . Setelah itu estimasi kedalaman dapat dilakukan dengan membuat regresi linier pada zona regional dan residual.

### 3. Pemisahan anomali regional dan residual

Anomali *Bouguer* merupakan suatu nilai anomali gayaberat yang disebabkan oleh perbedaan densitas batuan pada daerah dangkal dan daerah yang lebih dalam di bawah permukaan. Efek yang berasal dari

batuan pada daerah dangkal disebut anomali residual, sementara efek yang berasal dari batuan pada daerah yang lebih dalam disebut anomali regional. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemisahan anomali regional dan anomali residua pada anomali *Bouguer*. Proses pemisahan anomali regional dan residual pada penelitian ini adalah dengan menggunakan metode *moving average* dengan lebar jendela 19x19 yang didapatkan dari proses analisis spektrum.

#### 4. Pemodelan struktur bawah permukaan

Pemodelan struktur bawah permukaan dilakukan dengan cara pemodelan ke depan (*forward modelling*). Pemodelan ke depan adalah suatu proses perhitungan data yang secara teoritis akan teramati di permukaan bumi jika diketahui harga parameter model bawah permukaan tertentu (Grandis, 2009). Dalam pemodelan dicari suatu model yang cocok atau *fit* dengan data lapangan, sehingga model tersebut dianggap mewakili kondisi bawah permukaan di daerah pengukuran.

Pemodelan struktur bawah permukaan dilakukan dengan program *Grav2DC* untuk pemodelan 2,5D dan program *Grav3D* untuk model inversi 3D. *Input* dari *Grav2DC* adalah data jarak antar stasiun dan data anomali residual pada setiap stasiun yang telah di *slice* (Lintasan A-A', Lintasan B-B', dan Lintasan C-C'). Dengan pemilihan lintasan: Lintasan A-A' berarah Barat Daya-Timur Laut dan melewati mata air panas Sepporaki, Lintasan B-B' sejajar dengan lintasan A-A' berarah Barat Daya-Timur Laut, tetapi tidak melintasi mata air panas, sedangkan

Lintasan C-C' memotong lintasan A-A' dan lintasan B-B' berarah Barat Laut-Tenggara dan melintasi dua mata air panas, Sepporaki dan Riso. Setelah memasukkan *input* data ke program *Grav2DC*, dilakukan pembuatan model dengan memasukkan suatu *body* dengan densitas tertentu, yang mana harus dicocokkan juga pada geologi regiona daerah penelitian. Peta geologi memberikan gambaran geologi secara umum berdasarkan formasi batuan, jenis batuan tersingkap, dan keberadaan patahan pada daerah penelitian. Dengan gambaran-gambaran tersebut, pemodelan struktur bawah permukaan pada metode gayaberat akan menghasilkan respon yang cocok atau *fit* dengan data lapangan. *Input* dari *Grav3D* adalah data anomali residual (\*.grv), dan mesh (\*.txt), sehingga didapatkan *output* berupa model 3D daerah penelitian yang mendekati keadaan yang sebenarnya.

##### 5. Analisis *derivative*

Analisis *derivative* yang digunakan untuk mengetahui jenis patahan adalah turunan kedua anomali *Bouguer* atau *Second Vertical Derivative* (*SVD*). *SVD* dalam menentukan jenis patahan dilakukan dengan bantuan peta geologi regional daerah penelitian, yaitu *slicing* keberadaan patahan yang nampak pada peta geologi. Patahan tersebut merupakan patahan mayor yang dapat menjadi acuan pada pemodelan 2,5D. Pada kontur *SVD* dibuat berdasarkan prinsip dasar dan teknik perhitungan yang telah dijelaskan oleh Henderson & Zietz (1949), Elkins (1951), dan Rosenbach (1953). Namun dalam penelitian kali ini, peneliti menggunakan *filter*

Elkins yang dianggap *filter* terbaik dari *filter* lainnya. Berikut adalah *filter* Elkins (1951) yang dipakai :

0.0000	-0.0833	0.0000	-0.0833	0.0000
-0.0833	-0.0667	-0.0334	-0.0667	-0.0833
0.0000	-0.0334	+1.0668	-0.0334	0.0000
-0.0833	-0.0667	-0.0334	-0.0667	-0.0833
0.0000	-0.0833	0.0000	-0.0833	0.0000

Gambar 31. Filter Elkins (1951).

Kemudian penampang *SVD* didapatkan dari lintasan pada peta kontur *SVD*, dimana lintasan yang diambil merupakan lintasan yang sama dengan lintasan pada peta anomali *Bouguer*.

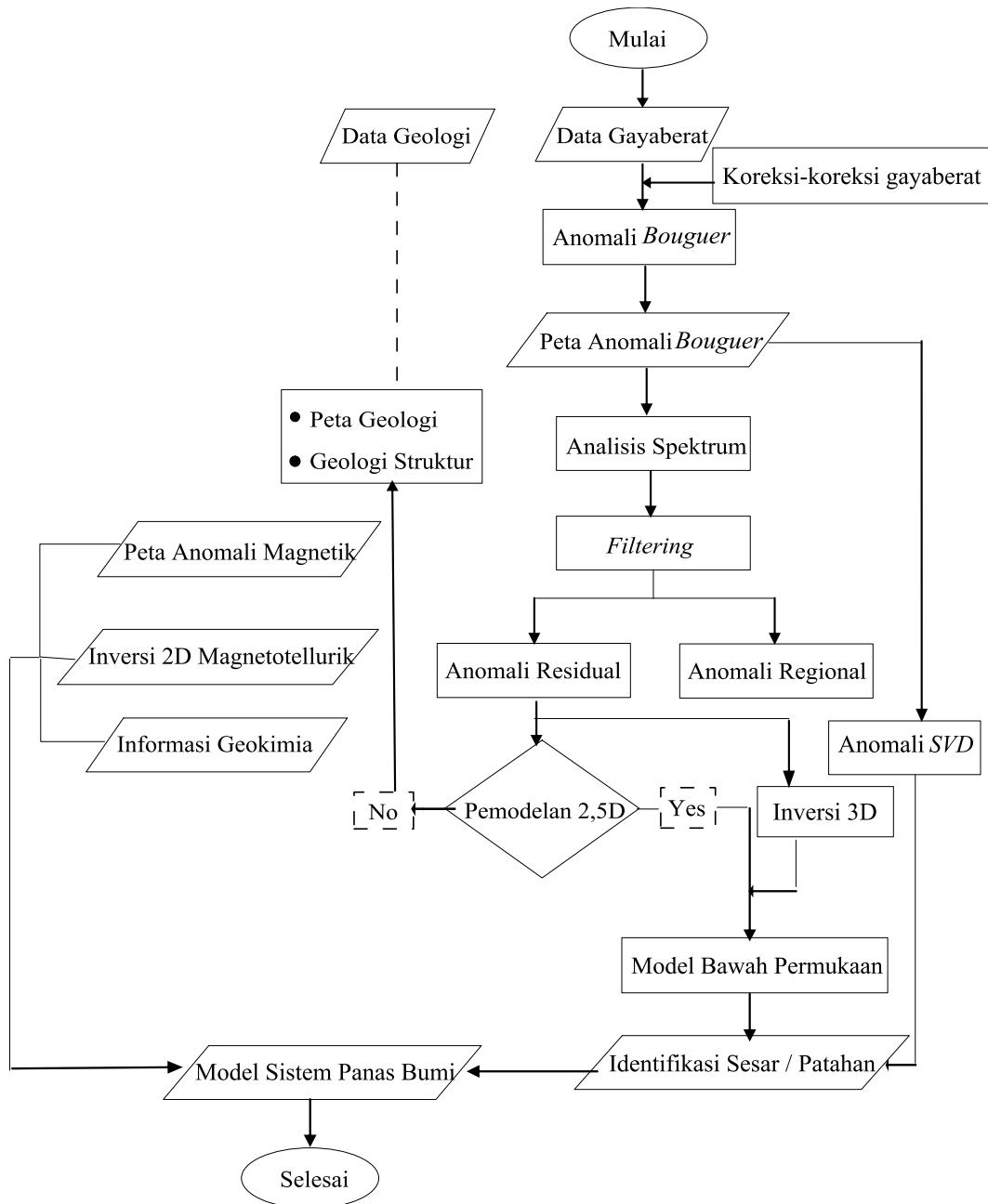
#### D. Analisis Struktur dan Model Bawah Permukaan

Analisis yang dilakukan yaitu membandingkan hasil pemodelan 2,5D dan model 3D gayaberat dengan data pendukung peta anomali magnet total, informasi nilai tahanan jenis pada pemodelan inversi 2D magnetotellurik, serta informasi geokimia yang semuanya telah terpublikasi oleh Pusat Sumber Daya Geologi (PSDG). Informasi peta anomali magnet total digunakan sebagai informasi tambahan terkait keberadaan patahan, dengan adanya pola anomali positif-negatif. Mengetahui keberadaan batuan penudung (*cap rock*) sistem panas bumi Lilli-Sepporaki dengan informasi nilai tahanan jenis pada pemodelan inversi 2D magnetotellurik. Sementara informasi geokimia sebagai konseptual letak reservoir dan juga patahan yang

mengontrol Lilli-Sepporaki. Selanjutnya berdasarkan informasi-informasi tersebut, sistem panas bumi Lilli-Sepporaki dapat diinterpretasikan.

### E. Diagram Alir

Adapun diagram alir dalam pengolahan data sebagai berikut:



Gambar 32. Diagram alir penelitian.