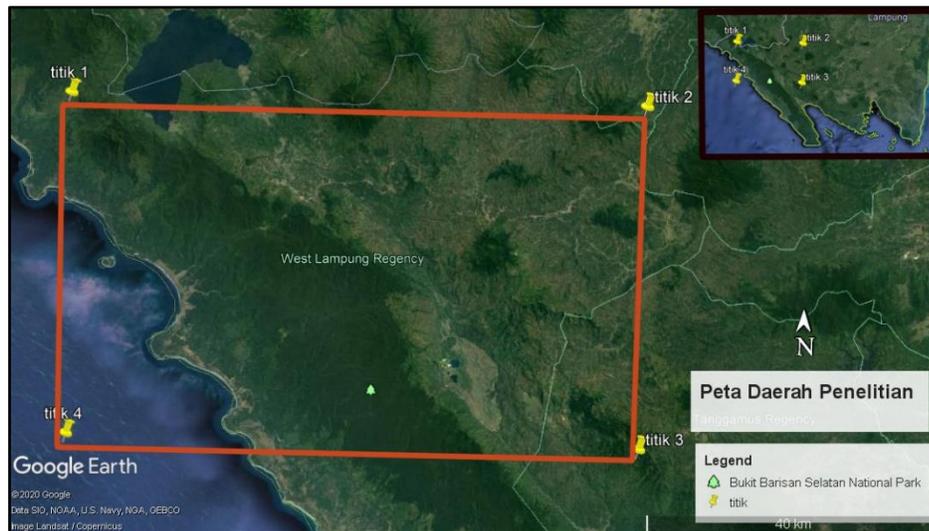


BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di daerah Liwa, Krui dan sekitarnya, Provinsi Lampung dengan titik pengukuran berada pada $4^{\circ} 55' 39.85'' - 5^{\circ} 20' 40.31''$ LS dan $103^{\circ} 47' 39.30'' - 104^{\circ} 29' 50.57''$ BT. Penelitian dimulai pada bulan Oktober 2020 dengan proses pengolahan data dilakukan di Laboratorium Fisika Bumi, Program Studi Fisika, Jurusan Sains, Institut Teknologi Sumatera.



Gambar 3.1 Titik pengambilan data.

3.2 Jenis Data

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari citra satelit TOPEX yang diakses pada 28 Oktober 2020. Data ini di akses pada halaman web topex.ucsd.edu. Data yang diperoleh berupa data anomali udara bebas (*free air anomaly*) dan juga nilai topografi daerah penelitian.

3.3 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan beberapa alat dan bahan, adapun alat yang membatu penelitian ini adalah:

1. Laptop
2. Perangkat lunak *Google Earth*.
3. Perangkat lunak *Microsoft Excel* 2010.
4. Perangkat lunak *Surfer* 11.
5. Perangkat lunak *Global Mapper*.
6. Perangkat lunak *Oasis Montaj* 8.3.
7. Perangkat lunak *Grablox* dan *Bloxer*.
8. Perangkat lunak *ArcGIS*.
9. Perangkat lunak *QGIS*.
10. Perangkat lunak *Microsoft word* 2010.

Untuk bahan yang digunakan adalah:

1. Data sekunder anomali udara bebas (*free air anomali*).
2. Data sekunder topografi.
3. Peta geologi daerah penelitian.

3.4 Analisis Data

3.4.1 Koreksi Bouguer

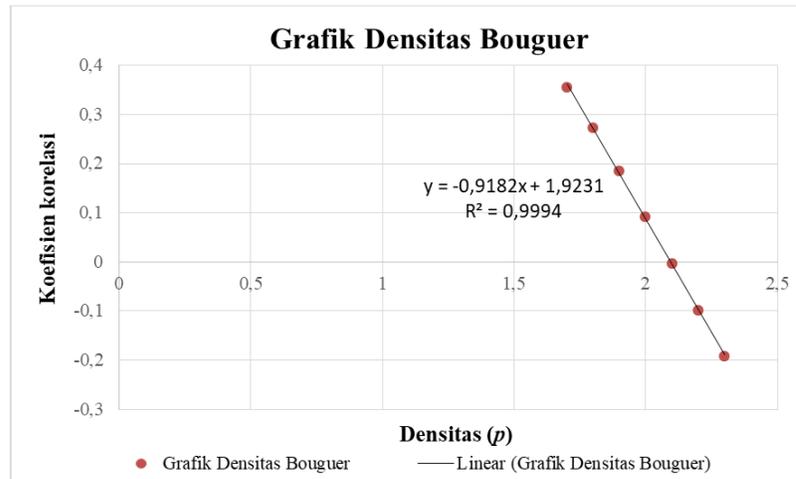
Data gayaberat pada penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari web TOPEX (topex.ucsd.edu). Data yang diperoleh merupakan data gayaberat yang telah mengalami beberapa koreksi, sehingga data yang diperoleh adalah data anomali udara bebas (FAA) dan data topografi. Langkah pertama yang dilakukan untuk mengolah data anomali udara bebas adalah koreksi Bouguer. Koreksi Bouguer adalah koreksi yang dilakukan untuk menghilangkan pengaruh material di sekitar permukaan (pengaruh variasi densitas) setebal h pada daerah penelitian. Dimana nilai persebaran massa pada daerah tersebut mempengaruhi besarnya nilai percepatan gravitasi pada daerah penelitian.

Sebelum melakukan koreksi bouguer maka perlu diketahui nilai densitas bouguer. Densitas Bouguer merupakan nilai densitas yang akan digunakan pada koreksi Bouguer. untuk mendapatkan nilai densitas Bouguer dapat diperoleh dengan membandingkan nilai koefisien korelasi antara anomali Bouguer sederhana dengan

profil topografi dengan variasi nilai densitas. Variasi densitas yang digunakan adalah $1,7 \text{ g/cm}^3$ sampai $2,3 \text{ g/cm}^3$ [11]. Hal pertama yang harus diperoleh adalah koefisien korelasi antara anomali Bouguer sederhana dan ketinggian pada suatu nilai densitas (k) yang diolah dalam *microsoft excel*, dapat dicari dengan :

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta g(\rho)_i - \Delta \bar{g}(\rho))(h_i - \bar{h})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\Delta g(\rho)_i - \Delta \bar{g}(\rho))^2 (h_i - \bar{h})^2}} \quad (3.1)$$

dengan k adalah nilai koefisien pada suatu nilai densitas, $\Delta g(\rho)$ sebagai nilai anomali Bouguer sederhana pada suatu nilai densitas, $\Delta \bar{g}(\rho)$ adalah rata-rata anomali Bouguer sederhana pada suatu nilai densitas, h sebagai ketinggian dari masing-masing titik amat dan \bar{h} sebagai rata-rata ketinggian dari titik amat.



Gambar 3.2 Grafik hubungan antara nilai k dengan variasi densitas.

Hubungan antara nilai k dengan variasi densitas akan membentuk suatu persamaan garis lurus, dengan k sebagai sumbu y , variasi densitas sebagai sumbu x dan akan membentuk suatu gradien m dimana

$$y = mx + c \quad (3.2)$$

Apabila disesuaikan dengan grafik diatas maka akan menjadi:

$$k = m\rho + c \quad (3.3)$$

Untuk memperoleh nilai densitas maka nilai $k=0$, sehingga nilai densitas dapat diperoleh. Setelah memperoleh densitas Bouguer maka dilakukan koreksi Bouguer. Koreksi Bouguer ini dilakukan dalam perangkat lunak *Microsoft Excel 2010* menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned} BC &= 2\pi\rho Gh \\ &= 0,04193\rho h \end{aligned} \quad (3.4)$$

dengan g_b adalah koreksi Bouguer, ρ sebagai densitas, G adalah konstanta gravitasi dan h sebagai ketinggian. Dari koreksi Bouguer dapat menghasilkan anomali Bouguer sederhana (ABS) yang nilainya didapatkan dengan persamaan:

$$\Delta g_b = FAA - BC \quad (3.5)$$

dimana anomali Bouguer sederhana merupakan anomali Bouguer yang belum melalui koreksi medan. Untuk mendapatkan anomali Bouguer lengkap maka harus dilakukan koreksi medan.

3.4.2 Koreksi Medan (Terrain Correction)

koreksi medan dilakukan karena adanya ketidakrataan berupa bukit dan lembah. Keberadaan bukit dan lembah pada daerah penelitian mempengaruhi besarnya nilai percepatan gravitasi. Adanya bukit menyebabkan nilai percepatan gravitasi pada daerah penelitian rendah. Sementara adanya lembah menyebabkan nilai percepatan gravitasi pada daerah penelitian besar. Proses koreksi medan dilakukan dalam *Oasis Montaj*.

3.4.3 Anomali Bouguer Lengkap

Anomali Bouguer lengkap merupakan anomali medan gravitasi lengkap yang telah mengalami semua koreksi. proses perhitungan anomali Bouguer lengkap dilakukan pada *Microsoft excel* dengan persamaan:

$$ABL = FAA - BC + TC \quad (3.6)$$

dimana *ABL* adalah anomali Bouguer lengkap, *FAA* adalah anomali udara bebas, *BC* adalah koreksi Bouguer dan *TC* adalah koreksi medan.

3.4.4 Analisis spektrum

Setelah mendapatkan penampang anomali Bouguer lengkap maka dilakukan analisis spektrum. Analisis spektrum dilakukan untuk mengestimasi kedalaman dari suatu anomali. Analisis spektrum dilakukan dalam *Oasis Montaj* menggunakan *fast Fourier transform*. Nilai yang telah dilakukan analisis spektrum dibuka dalam Microsoft excel untuk mendapatkan $\ln A$, bilangan gelombang k , frekuensi dan Amplitudo. Setelah diperoleh nilai $\ln A$ dan bilangan gelombang k , maka dibuat grafik persamaan garis lurus dimana $\ln A$ sebagai sumbu y , bilangan gelombang k sebagai sumbu x , dan akan mendapatkan gradien yang merupakan kedalaman regional dan residual. Dengan pertemuan antara gradien regional dan residual merupakan bilangan gelombang potong atau *cut off*.

3.4.5 Pemisahan anomali regional dan residual

Pemisahan anomali dilakukan untuk memisahkan anomali residual dan anomali regional. Pemisahan anomali ini dilakukan dalam perangkat lunak *Oasis Montaj* menggunakan *bandpass filter* dan *lowpass filter*. Proses filterisasi dilakukan dengan mentransformasikan data spasial menggunakan transformasi Fourier agar menjadi data bilangan gelombang. Filter yang digunakan yaitu *lowpass filter* dan *bandpass filter*. *Lowpass filter* digunakan untuk membuang bilangan gelombang tinggi dan menghasilkan bilangan gelombang rendah yang berasosiasi dengan anomali regional. Sedangkan *bandpass filter* dilakukan untuk membuang bilangan gelombang pada gap tertentu.

3.4.6 Analisis derivative

Analisis derivatif yang digunakan pada pengolahan data metode gaya berat adalah FHD (*first horizontal derivative*) dan SVD (*second vertical derivative*). Analisis derivatif meningkatkan frekuensi tinggi yang ada di dalam data [35]. Analisis

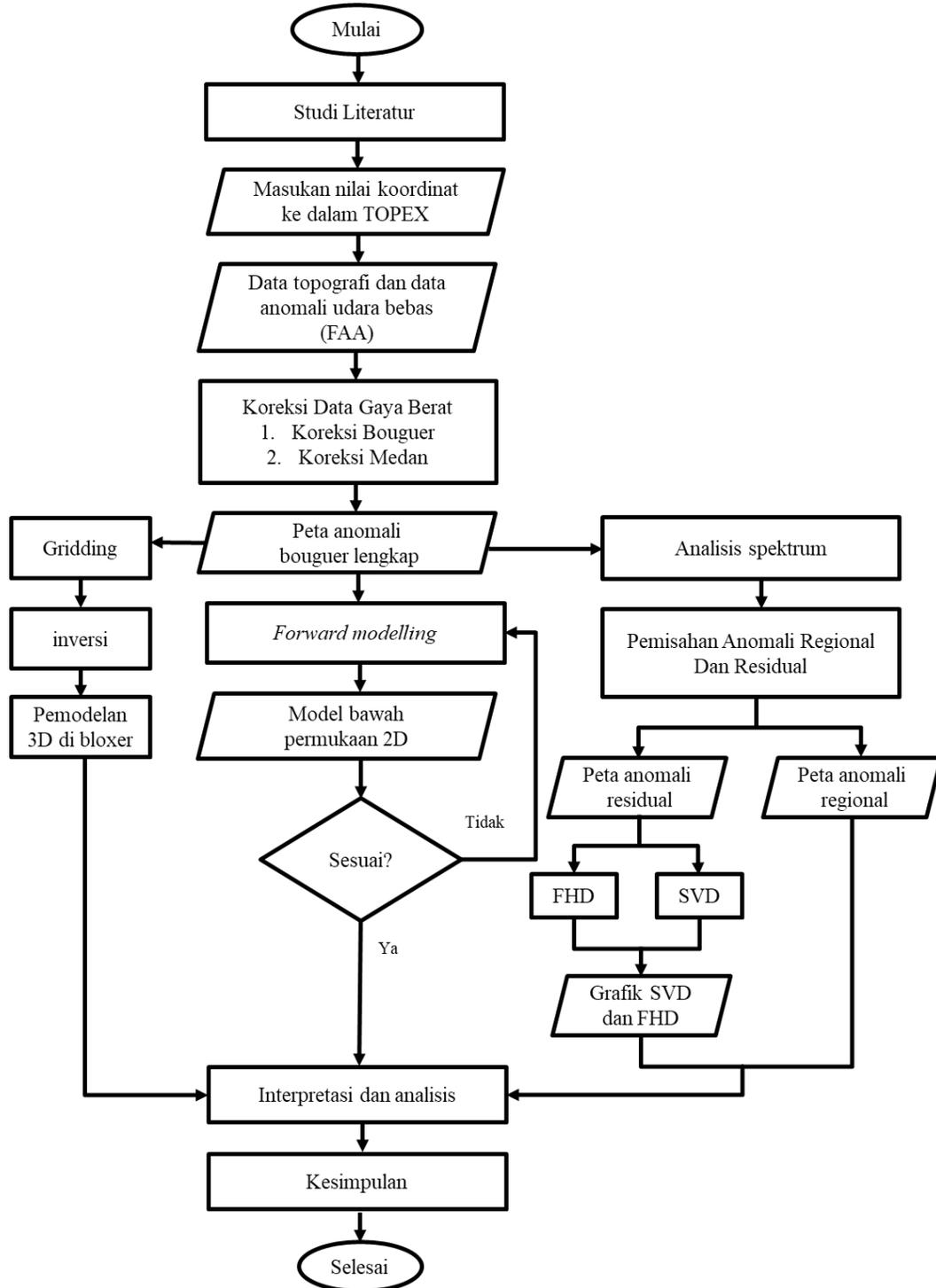
derivative ini digunakan untuk mengetahui batas kontak antar batuan dan juga mengetahui patahan yang berada pada daerah penelitian. Proses ini dilakukan di dalam perangkat lunak *Oasis Montaj* dimana secara umum, turunan dari semua arah koordinat dapat dihitung dengan *fast Fourier transform*.

3.4.7 Pemodelan bawah permukaan

Pemodelan bawah permukaan pada penelitian ini menggunakan forward modelling (2D) dan inverse modelling (3D). Pemodelan 2D dilakukan dalam perangkat lunak *Oasis Montaj*. Dengan cara menginput data ABL dan melakukan pemotongan berdasarkan anomali rendah dan anomali tinggi. Dengan SVD dan FHD sebagai acuan dalam melihat batas kontak antar batuan pada hasil pemodelan. Pemodelan 3D dilakukan dalam perangkat lunak *grablox* dan *bloxer* berdasarkan proses inversi. Pemodelan 3D ini dilakukan menggunakan data longitude, latitude dan ABL untuk mendapatkan penampang atau model 3D daerah penelitian.

3.5 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian.

3.6 Langkah Penelitian

3.6.1 Pengambilan data

1. Langkah awal dalam pengambilan data yaitu menentukan titik lokasi penelitian pada *google earth*. Kemudian konversi koordinat penelitian menjadi bentuk desimal dengan *latitude* titik 1 dan 2 sebagai utara, *latitude* 3 dan 4 sebagai selatan, *longitude* 1 dan 3 sebagai barat, *longitude* 2 dan 4 sebagai timur.
2. Selanjutnya memasukkan nilai koordinat yang sudah di konversi kedalam TOPEX (https://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi). Centang bagian topografi lalu klik *get data* maka akan mengeluarkan data topografi. Ulangi langkah yang sama untuk mendapatkan data anomali udara bebas (FAA).
3. Salin data yang telah diperoleh ke dalam *notepad* lalu *save* dengan format *all file*, lalu buka ke dalam *microsoft excel*.

3.6.2 Pengolahan Data

- A. Mengetahui informasi geografis berupa topografi daerah penelitian menggunakan perangkat lunak *global mapper*
 1. Informasi topografi pada daerah penelitian digunakan untuk koreksi medan (*terrain correction*). Pertama buka *global mapper* kemudian *klik open data files* lalu pilih SRTM pulau sumatera.
 2. Lalu buka *menu tools*, pilih *configure*. Ubah koordinat menjadi UTM, pilih zona UTM daerah penelitian, lalu klik ok. Pastikan format file dalam *surfer grid*, lalu klik ok. Pilih *export bounds* dan klik *draw a box*. Kemudian gambar mengikuti batas titik titik sesuai gambar, klik ok. Lalu *save* sebagai *grid* lokal (*inner*).
 3. Ulangi langkah yang sama untuk bagian regional atau outer. Maka akan tersimpan dua grid ketinggian regional dan lokal daerah penelitian.
- B. Proses koreksi Bouguer sampai mendapat anomali Bouguer lengkap dalam *Microsoft Excel*
 1. Proses perhitungan data mulai dari persebaran densitas Bouguer, langkah pertama yang dilakukan yaitu salin serta gabungkan data dengan urutan

longitude, *latitude*, elevasi (h_i), koreksi udara bebas (FAA) dan juga nilai UTM X, UTM Y pada *microsoft excel*.

2. Selanjutnya mencari densitas Bouguer yang nantinya akan digunakan pada koreksi Bouguer. Nilai densitas Bouguer dapat diperoleh dengan memvariasikan densitas dari 1,7 sampai 2,3 g/cm³ Kemudian diolah berdasarkan persamaan (3.3).
 3. Setelah diperoleh nilai densitas Bouguer maka selanjutnya melakukan koreksi Bouguer berdasarkan persamaan (3.4). Kemudian kurangkan nilai FAA dengan nilai koreksi Bouguer maka akan diperoleh anomali Bouguer sederhana.
 4. Kemudian melakukan koreksi medan di dalam software *Oasis Montaj* untuk menghilangkan efek lembah dan bukit. Klik menu gravity lalu pilih terrain correction dan pilih create regional correction grid. Input outer 3000 dan inner 1000 lalu scan XY, lalu klik ok. Maka akan menghasilkan nilai dari *terrain correction*.
 5. Selanjutnya salin nilai koreksi medan (*terrain correction*) ke dalam excel. Jumlahkan nilai ABS dengan nilai koreksi medan maka akan menghasilkan nilai anomali Bouguer lengkap.
- C. Pembuatan model 2D dalam perangkat lunak *Oasis Montaj*
1. Buka data yang telah diolah dalam *microsoft excel* ke dalam *Oasis Montaj* dengan cara klik *new project*. Masukkan data pada *file to import*, dan pilih *selected sheet & columns*, klik ok. Maka akan muncul kolom dan baris seperti pada *microsoft excel* yaitu data *longitude*, *latitude*, *easting*, *northing*, FAA, koreksi Bouguer, SBA, koreksi medan, dan ABL (CBA).
 2. Selanjutnya menampilkan penampang pada masing masing data. Pilih *grid and image*, lalu pilih *gridding* lalu pilih *minimum curvature*. Pada *grid cell size* masukkan nilai 250 yang merupakan $\frac{1}{4}$ dari jarak antar stasiun, lalu ok. Maka akan menghasilkan penampang dari elevasi. Ulangi untuk penampang yang lain.

3. Selanjutnya adalah proses pemisahan anomali. Pemisahan anomali dilakukan dengan menu MAGMAP. Dimulai dari *interactive filtering*, kemudian transformasi *Fourier* yang akan menghasilkan *cba_preprocessing*.
4. Kemudian mencari estimasi kedalaman pada peta regional dan residual dengan *radial average spektrum*. pada bagian *name of input transform* pilih *cba_preprocessing*, dan *name of output* sebagai *cba_spektrum* lalu klik ok.
5. Untuk pemisahan anomali pilih filter *bandpass filter* pada *filter name* lalu atur *long wave* dan *short wave*. Lalu klik menu MAGMAP , pilih *interactive filtering* dan pilih *apply filter*. Lalu beri nama output residual lalu klik ok. Maka akan muncul peta anomali residual.
6. Untuk membuat penampang regional, sama dengan cara memperoleh peta residual. Atur filter menjadi *butterworth filter (lowpass filter)* lalu sesuaikan dengan gradien sebelumnya lalu klik pada bagian regional dan klik ok.
7. Selanjutnya analisis derivative (FHD dan SVD) untuk mengetahui batas kontak densitas batuan dan mengetahui patahan. Untuk membuat penampang dari FHD, klik menu MAGMAP lalu pilih *step by step filtering* dan pilih *derivative filters*. Ulangi hal yang sama untuk SVD.
8. Selanjutnya adalah langkah pembuatan sayatan, klik menu GM-SYS, lalu pilih *from map profile* dan pilih *new model*. Selanjutnya buat garis pada penampang ABL (CBA), dan mulai membuat model 2D bawah permukaan.

D. *Gridding* dalam perangkat lunak *Surfer*

1. Langkah yang harus dilakukan yaitu salin data UTM X, UTM Y dan data CBA ke dalam *surfer* lalu simpan. Selanjutnya klik *grid* pilih data, pilih data *worksheet* dan klik *open*, lalu klik ok.
2. Ubah UTM X dan UTM Y ke dalam bentuk km, karena dalam *grablox* menggunakan satuan Km.
3. Kemudian inputkan jumlah data (1118) dan angka 12030 agar terbaca pada *grablox*. Simpan dengan dengan format dat.

E. Pemodelan 3D dalam perangkat lunak *Grablox* dan *Bloxer*

1. Grablox dan bloxer digunakan untuk melakukan inversi dan pemodelan 3D dengan cara membuat blok mayor dan blok minor. Mulai dengan buka *grablox* kemudian ubah *shit only* menjadi *preserve*, isi kotak berdasarkan data *excel* x *max*, x *min*, y *max* dan y *min*, serta pengurangan antara keduanya.
2. Ubah densitas 2,4 menjadi 2,6 sesuai dengan densitas bumi, lalu klik *reserve*. Ganti *density* dengan *base*, kemudian klik *compute*. Ulangi proses optimasi dari *base*, *density*, hingga *occam* h. Setelah proses komputasi selesai maka klik menu *Contour* untuk melihat hasil dari data yang sudah dibuat berupa *layers*, *sections*, *profiles* dan lainnya. Lalu simpan file dan buka dalam bloxer.
3. Buka *bloxer* dan pilih file yang sudah di proses pada *grablox*. Centang bagian *volumik view* dan klik 3D model, akan muncul penampang 3D dari data CBA.

3.7 Interpretasi Data

Interpretasi dalam metode gaya berat adalah interpretasi secara kualitatif dan interpretasi secara kuantitatif. Interpretasi secara kualitatif adalah interpretasi yang dilakukan dengan membaca dan menafsirkan pola kontur dari anomali Bouguer lengkap di bidang datar [36]. Sementara interpretasi kuantitatif dilakukan dengan menganalisis pola dari anomali pada sepanjang garis *slice* yang telah dilakukan pada kontur anomali Bouguer lengkap berdasarkan pemodelan 2D dan 3D. Dalam menginterpretasikan model 2D, untuk menentukan struktur patahan naik dan patahan turun dibantu dengan grafik analisis derifatif. Sementara warna pada formasi batuan yang digunakan berasal dari peta geologi serta informasi geologi daerah penelitian.