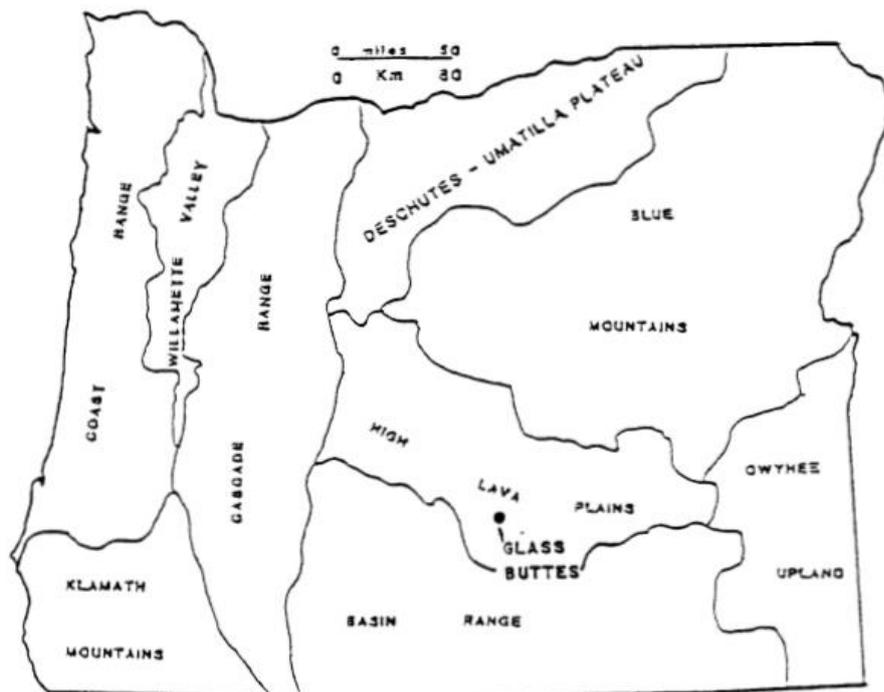


BAB III TINJAUAN GEOLOGI

3.1 Geologi Regional

Oregon merupakan daerah dengan tektonik dan struktur geologi yang kompleks dan terdiri dari blok batuan besar diantaranya *Blue Mountains*, *Klamath Mountains*, *Basin and Range*, *Coast Range*, dan *High Lava Plains* (Gambar 3.1). Glass Buttes terletak di blok *High Lava Plains* dimana secara struktural *High Lava Plains* menyatu dengan *Blue Mountains* di utara dan *Basin and Range* di selatan, tetapi karakteristik vulkaniknya membedakannya.



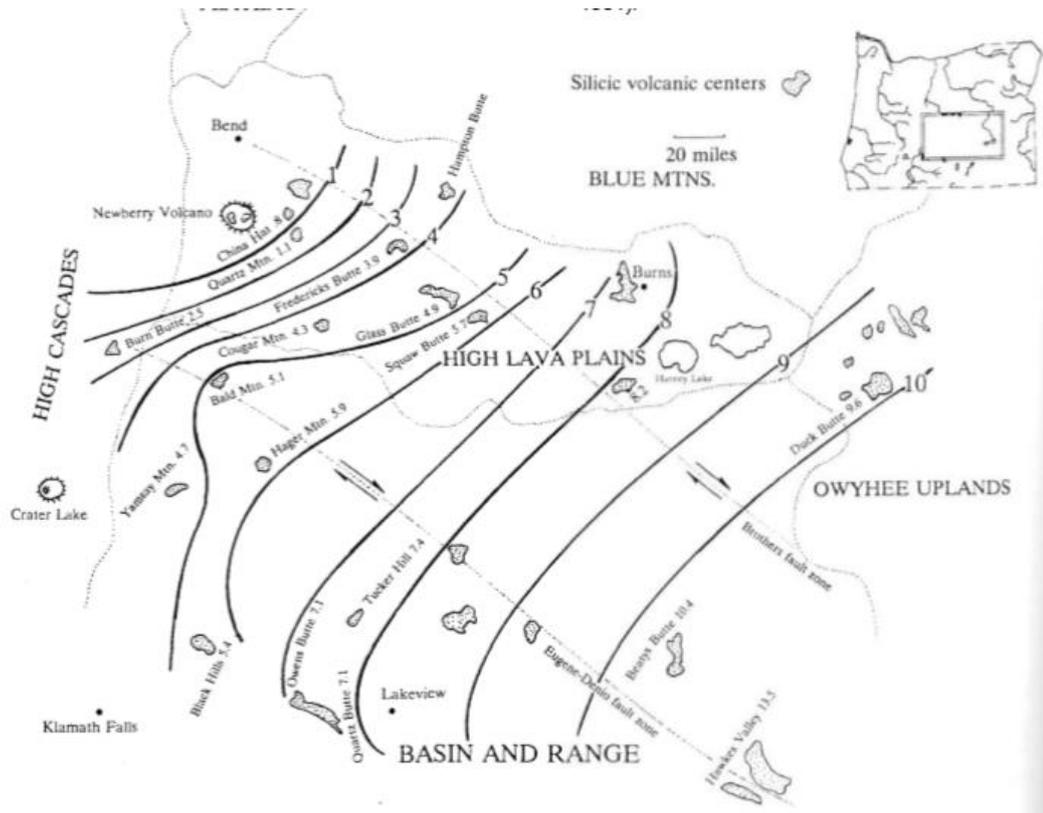
Gambar 3. 1 Lokasi dari Glass Buttes (modifikasi dari Baldwin, 1982).

High lava Plains terdiri dari kenozoikum menengah keatas yang merupakan dataran tinggi vulkanik yang membentang hampir sepanjang 260 km dari *Harney Basin* di timur sampai Gunung Api *Newberry* di barat (Dicken,1950).

Batuan tertua yang terekspos di *High lava Plains* adalah lava Miosen. Lima hingga 10 juta tahun yang lalu, morfologi di sini dipenuhi dengan gunung berapi yang meletus dan lava tebal yang bergerak lambat yang menyebar di permukaan datar. Satu letusan diikuti letusan lainnya hampir terus menerus selama jutaan tahun. Letusan menyelaraskan diri dalam sabuk luas patahan yang tumpang tindih, yang dikenal sebagai zona sesar Brothers (*Brothers Fault*), fitur struktural dominan di *High lava Plains* dan Oregon tengah. Zona ini membentang sejauh 130 mil dari Steens Mountain di tenggara Oregon ke Bend. Dalam zona sesar Brothers, sesar individu tidak teratur berjarak seperempat hingga 2 mil dengan perpindahan sedang kurang dari 50 kaki. Lebih dari 100 pusat vulkanik riolit terpisah terletak di sepanjang sabuk patahan di mana lava kaya silika telah mengeksploitasi rekahan dan retakan sebagai jalan untuk mencapai permukaan.

Zona *Brothers Fault* dihasilkan oleh gaya yang sama yang memutar Oregon dalam gerakan searah jarum jam sepanjang era Kenozoikum. Blok tektonik besar melalului zona lemah yang membentang dari utara-selatan melalui pusat Oregon. Saat blok bergerak relatif satu sama lain, blok timur bergerak ke selatan dan blok barat bergerak ke utara. Terjebak di tengah, Oregon tengah terdistorsi oleh *wrench fault* yang diekspresikan di permukaan sebagai zona patahan yang luas. Sebagian besar sesar di sepanjang zona tersebut sangat baru sehingga dapat dengan mudah dilihat di foto udara. *wrench fault* skala besar serupa di Oregon mengikuti tren barat laut-tenggara yang sama adalah *Eugene-Denio* di Basin and Range.

Salah satu aspek yang paling mencolok dari *High lava Plains* adalah penurunan umur dari pusat-pusat letusan gunung berapi secara seragam dari timur ke barat. Di dalam Cekungan *Harney* di timur, letusan riolitik terjadi 10 juta tahun yang lalu di Miosen akhir, sementara di dekat Kawah *Newberry* di barat banyak lava yang diekstrusi kurang dari 1 juta tahun yang lalu. Zona letusan terus bergerak dari tenggara ke arah barat laut dengan kecepatan sedikit lebih dari satu mil per 100.000 tahun. Perkembangan letusan seperti itu dapat dilihat sebagai lempeng kerak bumi yang bergerak di atas titik panas (*hot spot*).



Gambar 3. 2 Perkembangan usia pusat vulkanik silikat di Dataran Tinggi Lava. Garis-garis berkontur dari aktivitas vulkanik simultan terjadi dalam jutaan tahun. (dimodifikasi Walker dan Nolf, 1981).

Glass Buttes adalah sekelompok gunung vulkanik yang terdiri dari dua puncak dan beberapa bukit kecil. Mereka terletak di sudut timur laut terpencil Lake County di pusat Oregon, Amerika Serikat. Menjanglang tinggi di atas dataran gurun yang tinggi, buttes adalah bagian tenggara dari gurun yang dikenal sebagai *Great Sandy Desert Oregon*. Pemberian nama Buttets didasarkan pada jumlah deposit obsidian yang terletak pada lerengnya.

3.2 Fisiografi

Fisiografi daerah Glass Buttes yang berada dikawasan *High Lava Range* merupakan salah satu daerah pegunungan terdiri dari dua kubah bundar yang menonjol dan beberapa bukit kecil, yang merupakan peninggalan purbakala

gunung berapi riolitik atau *andesitic*. Titik tertinggi di gurun ini pegunungan Glass Butte kira-kira 2.000 kaki di atas dataran yang mengelilinginya dan mengambil nama dari obsidian atau vulkanik kaca tersebar di permukaannya.

Glass Butte, ketinggian 6.388 fdpl, dan Little Glass Butte, ketinggian 6.155 fdpl, Glass Buttes terbentuk selama periode Miosen dan Pliosen, 5 – 5.8 juta tahun yang lalu. Tiga lapisan aliran lava dari kubah vulkanik dan ventilasi membentuk buttes. Aliran pertama adalah basal, lava riolitik kedua, dan yang ketiga lapisan basal lainnya. Riolit mengandung proporsi silika yang tinggi dan membentuk sebagian besar substrat. Karena laju pendinginan magma yang cepat di Glass Buttes, kristal mineral yang lebih besar tidak memiliki waktu untuk terbentuk. "Kaca" obsidian yang kaya silika terbentuk sebagai hasil dari proses ini.

3.3 Struktur Geologi

Glass Buttes adalah pusat vulkanik bimodal Pliosen-Pleistosen terletak di Oregon tengah di sepanjang zona patahan Brothers. Silikat batuan vulkanik meletus dalam graben berarah barat laut. Glass Buttes terletak di zona *High Lava Plains* Oregon, zona ini berbatasan kearah selatan dengan *Basin and Range* dan didominasi oleh Miosen Akhir hingga Batuan vulkanik Pleistosen. Lapisan batuan di zona *High Lava Plains* menutupi lebih lapisan batuan tua berumur Paleozoikum hingga Tersier. Batuan vulkanik silikat Tersier dan Kuartar dari *High Lava Plains* ditunjukkan oleh Walker (1974) menunjukkan perkembangan sistematis dalam usia batuan di *High Lava Plains*, dimana menjadi lebih muda ke barat. Vulkanisme riolitik termudah dalam tren ini terjadi di gunung berapi Newberry. Struktur yang paling mencolok dari *High Lava Plains* adalah zona sesar Brothers barat laut (Walker, 1969). Zona *wrench fault* ini mengandung sebagian besar vulkanik silikat berpusat di *High Lava Plains*. Satuan batuan di area Glass Buttes dapat dibagi menjadi empat kelompok besar (Ciancanelli dan Emmet, 1979) yang membedakan tiga periode vulkanisme. Meskipun disarankan tiga periode, kemungkinan tumpang tindih sementara periode. Dalam setiap kelompok,

beberapa unit berbeda telah dipetakan, tetapi untuk kejelasan, hanya empat kelompok utama ditunjukkan pada Gambar 3.2.

3.3.1 Batuan vulkanik Pre-Glass Buttes

Batuan tertua yang tersebar di daerah tersebut dan mungkin berumur Pliosen awal atau lebih tua. Batuan dari kelompok ini hampir semuanya merupakan aliran basal yang mengandung olivine yang terdiri dari area dataran datar di sekitar Glass Buttes. Juga yang termasuk dalam kelompok ini adalah dua unit *welded Tuff* berselang terletak di bagian timur kawasan. Satuan *welded-tuff* sementara berkorelasi dengan gunung *Devine Canyon* dan *Wagontire welded-tuff* (Greene, 1973; Walker dan Swanson, 1968).

3.3.2 Batuan vulkanik silikat Glass Buttes

Sebagian besar bebatuan yang terdiri dari area Glass Buttes adalah batuan silikat termasuk riolit, aliran ritodasit, dan tufa. Serangkaian kubah silikat membentuk memanjang pola vulkanisme silikat berarah barat-barat laut pada Glass Buttes. Erosi pasca-vulkanik menyebabkan keterdapatan yang kurang baik dan keanekaragaman petrografi yang besar dalam satuan batuan dan menghalangi pemetaan akurat dari semua unit batuan di dalam kelompok. Sebagian besar Glass Buttes terdiri dari unit yang dipetakan aliran riolit yang muncul di singkapan sebagai *flow-banded*. Sebagian besar vulkanisme silikat mungkin berbasis Pliosen pada usia $4,9 \pm 0,3$ juta tahun (Walker, 1974) untuk silikat utama di Glass Buttes. Beberapa unit riolit dan dasit yang dapat dipetakan di atas unit utama ini, menunjukkan beberapa vulkanisme silikat setelah 4.9 juta tahun.

3.3.3 Basal dan andesit Plio-Pleistosen

Kelompok batuan ini membentuk cincin kasar di sekitar pusat batuan vulkanik silikat, memisahkan sebagian dari aliran basal olivin Tersier yang lebih tua. Meskipun aliran basal Plio-Pleistosen sangat mirip singkapan ke aliran basal yang

lebih tua, akan tetapi berbeda secara petrografi, dan basal yang lebih muda lebih porfiritik. Aliran andesit yang besar terdapat di sisi barat laut Glass Buttes merupakan bagian kelompok dari batuan ini dan tampaknya meletus selama tahap mudarnya vulkanisme silikat. Termasuk beberapa basal kerucut cinder di dalam atau di dekat aliran basal porfiritik yang lebih muda. Kerucut ini mungkin mewakili ventilasi untuk basal muda dan mempengaruhi sistem patahan cincin di sekitar kubah silikat Glass Buttes.

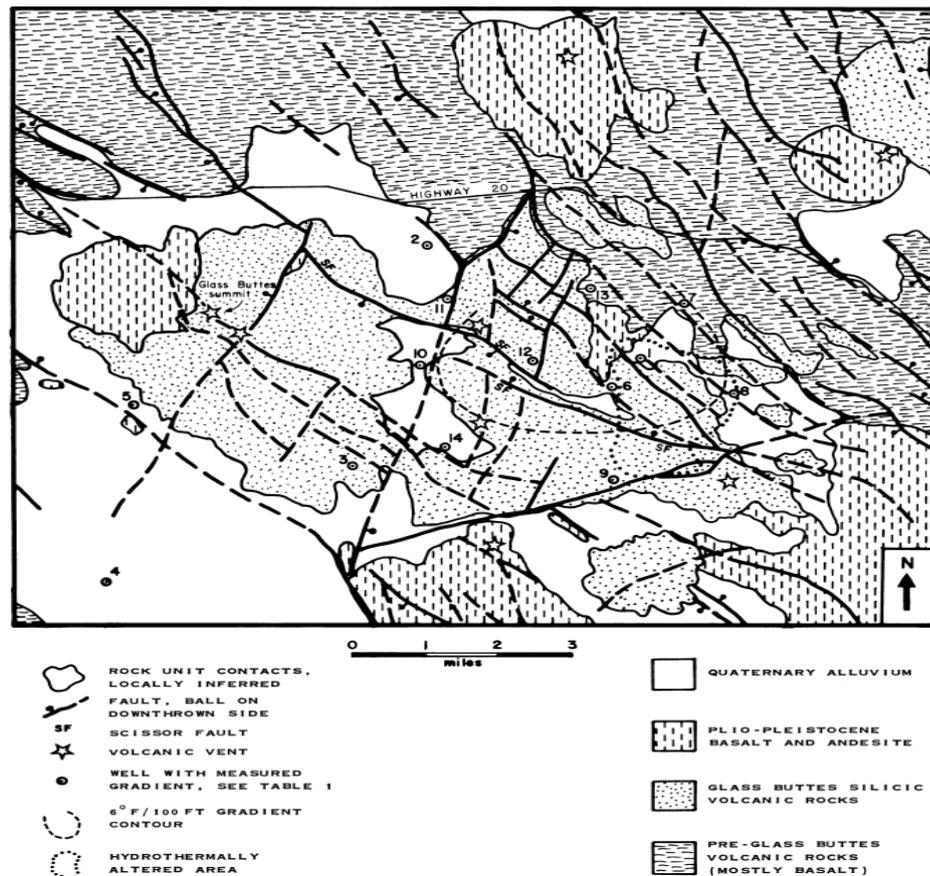
3.3.4 Sedimen Tersier-Kuarter

Daerah aluvium yang luas mengelilingi butte. Aluvium terdiri dari material vulkanik sebesar tanah liat yang terlepas. Endapan ini juga terletak di aliran basal dataran datar yang mengelilingi buttes. Area besar perubahan hidrotermal yang intens terpapar bagian timur Glass Buttes, terutama di dalam batuan vulkanik silikat. Perubahan tersebut ditandai dengan silisifikasi, pengembangan mineral lempung hidrotermal, dan pengendapan pirit dan metacinnabar di sepanjang zona retak dan breksi (Ciancanelli dan Emmet, 1979; Berri.dkk, 1983). Perubahan tersebut tampaknya terjadi secara ekstensif di bawah permukaan di bawah area yang terbuka, seperti yang ditunjukkan oleh pemotongan lubang bor (Berri,dkk, 1983).

Secara struktural, mayoritas tren sesar yang dapat dipetakan membentuk transisi tajam, yang menunjukkan bahwa arah barat-tenggara, sejajar atau subparalel dengan *Brother Fault Zone*. Pola keseluruhan struktur menunjukkan penempatan kubah Glass Buttes dalam graben berarah barat laut (Ciancanelli dan Emmet, 1979; Berri dkk, 1983). Tampaknya, tren struktural barat laut merupakan rekahan "terbuka" yang memungkinkan magma naik. Berri, dkk (1983) mencatat pentingnya tren barat laut sesar normal sebagai situs zona permeabel dalam area alterasi.

Sesar berarah barat laut, khususnya *scissor fault*, memungkinkan terjadi struktur penting yang terkait dengan anomali termal dan distribusi perubahan hidrotermal (Ciancanelli dan Johnson, 1981). *scissor fault* terdiri dari dua untai yang

memotong sepanjang sisi timur laut Glass Buttes dan melalui bagian selatan daerah alterasi hidrotermal (Gambar 3.3). Mayoritas alterasi hidrotermal dan bagian tengah dari anomali termal terletak di utara sesar gunting. Di daerah blok patahan tempat dua sesar saling tumpang tindih, banyak patahan berarah timur laut yang secara intens mematahkan riolit. Daerah ini terletak di tengah anomali termal



Gambar 3.3 Peta geologi daerah glass butte, disederhanakan dari Ciancanelli dan Johnson (1981)

3.4 Stratigrafi

Stratigrafi kompleks Glass Buttes terdiri dari riolit silika tinggi, riolit dan *rhyodacite*, dan urutan basal. Urutan riolit silika tinggi mewakili fase aktivitas vulkanik dalam kompleks Glass Buttes. Usia untuk rentang urutan dari $5,03 \pm 0,75$ hingga $7,7 \pm 0,4$ juta tahun. Zona aliran dan kubah, dimana banyak meletus dari area *vent*, menggambarkan volume terbesardari riolit vulkanik silika tinggi.

Aliran yang dikategorikan mendominasi di Glass Butte dan Little Glass Butte area, sedangkan kubah (*domes*) dengan volume kecil mendominasi *Round Top Butte* dan bagian timur Glass Buttes. Zona yang sebagian besar merupakan hasil pendinginan diferensial membentuk beberapa zona dalam aliran lava individu (Wilson dan Emmons, 1985). Endapan piroklastik, mengandung klas riolit silika tinggi secara lokal berasosiasi dengan zona aliran dan kubah. Hubungan ini menunjukkan bahwa zona aliran dan kubah dan endapan piroklastik termasuk dalam tahap vulkanik yang sama.

Aliran Obsidian, aliran felsite, dan aliran *biotit-phyric* dan kubah secara lokal menutupi zona aliran dan kubah yang. Aliran ini merupakan unit urutan riolit silika tinggi, mewakili akhir tahap vulkanisme riolit silika tinggi dalam kompleks Glass Buttes. Singkapan unit-unit ini terkonsentrasi di selatan dari Glass Butte dan di Little Glass Butte dan *Round Top*. Vulkanisme riolitik dan ritodasik mengikuti aktivitas riolit silika tinggi. Lokasi ventilasi (*vent*) untuk riolit dan ritodasit dikontrol secara struktural, menunjukkan keselarasan sepanjang tren zona sesar *Brothers*. Sebuah aliran riolit pada Little Glass Butte bersifat menghasilkan stratigrafi diposisikan di bawah aliran obsidian (Berri , 1982). Evaluasi ulang hubungan lapangan di Little Glass Butte bersama dengan stratigrafi yang diamati dari empat sampel Glass Butte telah menghasilkan penafsiran ulang, aliran riolit terletak secara stratigrafi di atas obsidian. Intrusi ritodasit, yang muncul di beberapa lokasi di Glass Butte, mewakili salah satu penafsiran terakhir vulkanisme ritodasit.

Observasi lapangan menunjukkan bahwa formasi basal internal terletak secara stratigrafi di atas riolit silika tinggi. Tidak ada kontak antara formasi basal internal dan formasi riolit dan ritodasit, tetapi survei membuktikan bahwa basal internal lebih muda. Basalt itu meletus dari berbagai ventilasi (*vent*) yang umumnya terletak di Glass Butte. Volume letusan basaltik dan jumlah aliran dari area ventilasi sangat bervariasi. Stratigrafi lapisan basal tinggi, yang meliputi lapisan-lapisan dari *plagioklas-phyric basalt*, *olivine aphyric basalt*, dan sedimen vulkaniklastik. Riolit silika tinggi yang diubah secara hidrotermal dan aliran basal dataran tinggi dalam lubang stratigrafi (*well log*) Phillips 4 menginterpretasikan

urutan basal internal mungkin setara dengan waktu aliran basal dataran tinggi yang terlambat meletus.

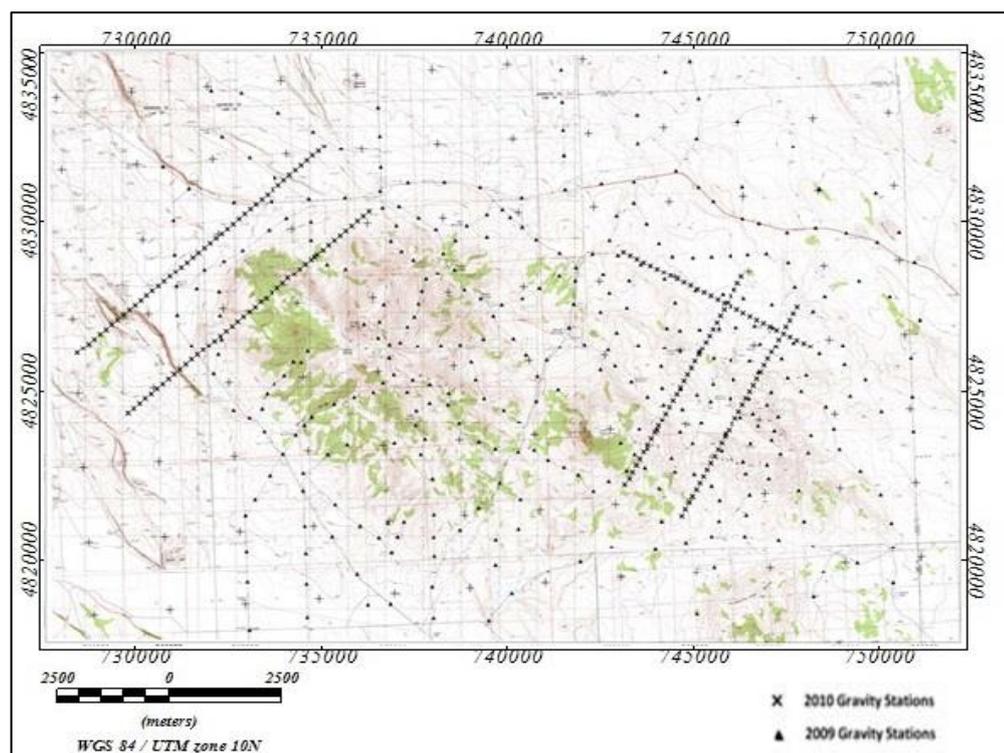
BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Data penelitian merupakan proyek eksplorasi di Glass Buttes, Lake County, Oregon dilakukan pada tanggal 21 Juni 2010 sampai 26 Juni 2010. Area survei terletak di dalam Glass Buttes antara Hat Butte, dan Potato Lake.

Sebanyak 180 stasiun gravitasi diperoleh di sepanjang lima garis profil. Stasiun ini merupakan tambahan dari 355 stasiun gravitasi diakuisisi pada tahun 2009. Lokasi stasiun ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Titik Pengukuran Daerah Penelitian

4.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

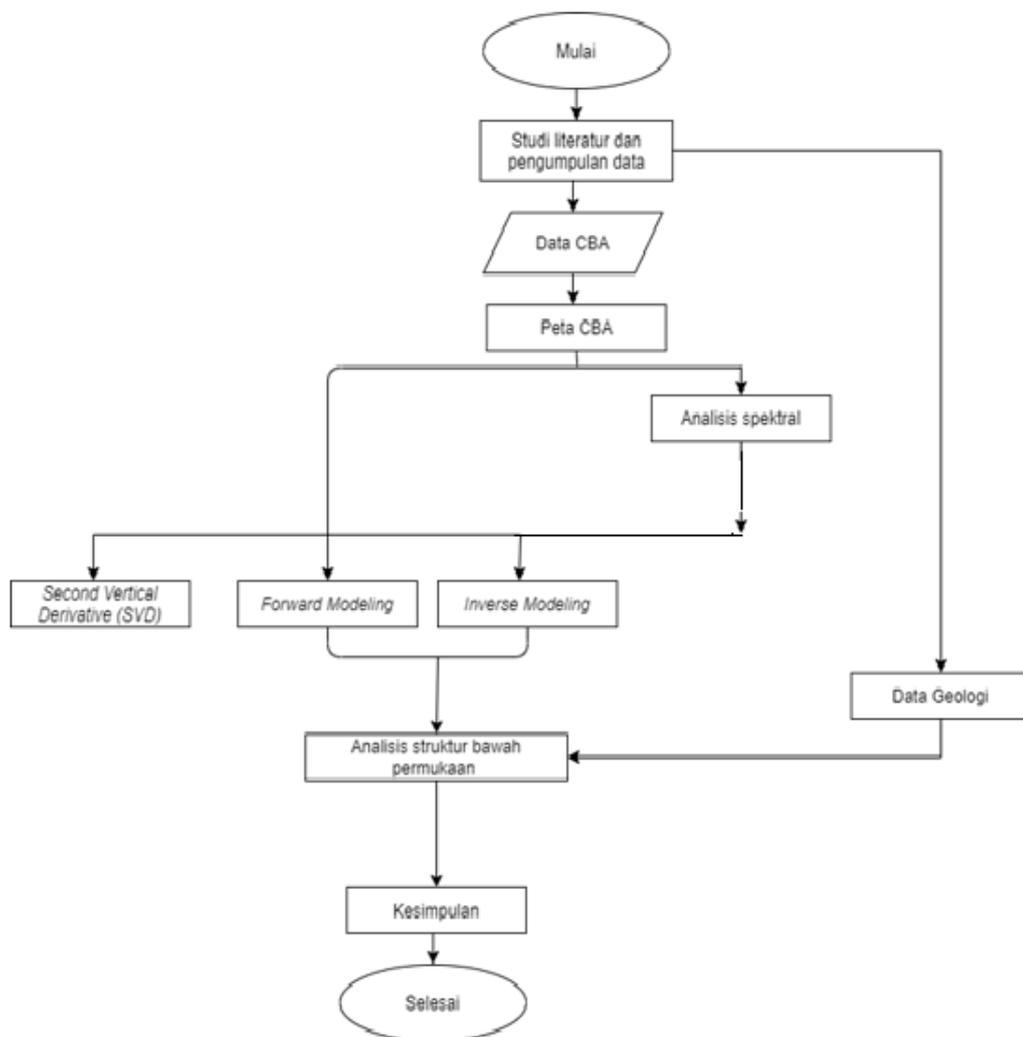
1. *Microsoft Excel* yang digunakan untuk perhitungan analisis spektrum.
2. *Microsoft Word* yang digunakan untuk membantu dalam penyusunan laporan mulai dari judul sampai daftar pustaka penulis.
3. *Oasis Montaj* digunakan untuk mengetahui hasil peta kontur anomali gravitasi. Selain itu, pengolahan data menggunakan *Software Oasis Montaj* digunakan untuk pemodelan 2.5D dan 3D.
4. *Surfer* digunakan untuk mengetahui hasil peta kontur anomaly gravitasi dan membantu dalam pembuatan peta *Second Vertical Derivative* (SVD).

4.4 Tahap Pengolahan Data

Data *complete anomaly bouguer* (CBA) akan di input ke *software Oasis Montaj* dan *surfer* untuk ditampilkan dalam bentuk peta anomali bouguer, dilanjutkan dengan proses analisis spectral dan pembuatan peta SVD pada *software surfer* yang bertujuan untuk analisis sesar. Tahap selanjutnya melakukan pemodelan 2.5-Dimensi pada peta *complete bouguer anomaly* (CBA) dan dilanjutkan pada proses inversi pada *software oasis montaj*.

4.4.1 Diagram Alir

Diagram alir penelitian akan dilaksanakan dalam waktu dan bulan terhitung dari bulan Agustus 2019 hingga bulan Oktober 2019. Jadwal penelitian meliputi studi literatur, input data lapangan, pengolahan data, pemodelan data, analisis dan interpretasi data hasil penelitian dalam bentuk diagram alir (Gambar 4.2).



Gambar 4. 2 Diagram Alir Penelitian

4.5 Metode Interpretasi

Setelah menentukan sebuah besaran dari *Complete Bouguer Anomaly* (CBA) yang diperoleh, perlu adanya proses lanjutan yaitu interpretasi data. Interpretasi gayaberat secara umum dibedakan menjadi dua, yaitu interpretasi kualitatif dan interpretasi kuantitatif.

4.5.1 Interpretasi Kualitatif

Interpretasi kualitatif dilakukan dengan mengamati data gravitasi berupa anomali Bouguer. Anomali tersebut akan memberikan hasil secara global yang masih mempunyai anomali regional dan residual. Misalnya pada peta kontur anomali Bouguer diperoleh bentuk kontur tertutup maka dapat ditafsirkan sebagai struktur batuan berupa lipatan (sinklin dan antiklin). Dengan interpretasi ini dapat dilihat arah penyebaran anomali atau nilai anomali yang dihasilkan.

4.5.1 Interpretasi Kuantitatif

Interpretasi kuantitatif dilakukan untuk memahami lebih dalam hasil interpretasi kualitatif dengan membuat penampang gravitasi pada peta kontur anomali. Teknik interpretasi kuantitatif mengasumsikan distribusi rapat massa dan menghitung efek gaya gravitasi kemudian membandingkan dengan gaya gravitasi yang diamati.

Metode yang digunakan dalam pemodelan gayaberat secara umum dibedakan dalam dua cara, yaitu permodelan ke depan (*forward modeling*) dan inversi (*inverse modeling*). Prinsip umum kedua pemodelan ini adalah meminimumkan selisih anomali perhitungan dengan anomali pengamatan, dengan matematika tertentu, baik *linier* atau *non-linier* dan menerapkan batasan-batasan untuk mengurangi ambiguitas.