

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kondisi Regional

2.1.1 Letak Geografis Wilayah

Gunung Sibualbuali adalah jenis gunung stratovolcano dibagian utara pada pulau sumatera. Gunung ini juga memiliki dua fumarole di lambung gunung yang terletak dibagian selatan.



Sumber gambar : (Gunawan et al., 2022)

Gambar 2. 1 Bentuk Gunungapi Strato

Gunung Sibualbuali juga merupakan bagian dari gunung barisan yang terbentang dari arah barat sampai ke selatan di pulau sumatera dilihat dari peta geologi lembar Padang Sidempuan dan Sibolga. Geografis wilayah Gunung Sibualbuali ini terletak pada koordinat $1^{\circ}33'36''$ LU dan $99^{\circ}15'36''$ BT . Puncak tertinggi Gunung Sibualbuali ialah (1819 m), secara administratif gunung ini memasuki wilayah Kecamatan Sipirok, Kabupaten Tapanuli Selatan, Sumatera Utara. Gunung Sibualbuali ini awal terbentuk dikarena amblasan (graben) sesar sumatera yang arahnya dari barat laut sampai ke tenggara (Primulyana & Prambada, 2011).

Gunung Sibualbuali juga memiliki energi yang disebut panas bumi. Energi panas bumi tersebut dibentuk dan hanya ada di dalam kerak bumi yang memiliki temperatur berbdeda-beda tergantung pada kejauhan didalamnya. Pada suhu yang berada di pusat diperkirakan mencapai $5400^{\circ}C$. Dapat dilihat bahwasannya

menurut Undang – Undang No. 27 Tahun 2003 Tentang Panas Bumi, Pasal 1 yang menyebutkan bahwa: “*Panas Bumi adalah sumber energi yang terkandung di dalam air panas, uap air, dan batuan bersama mineral dan gas lainnya yang secara genetic semuanya tidak dapat dipisahkan dalam suatu sistem panas bumi dan pemanfaatannya dilakukan proses penambangan*” (Indonesia, 2003). Dalam Al-Qur’an surah An-Nahl ayat 15 Allah SWT berfirman:

وَنَهْنَدُتَّ لَعَلَّكُمْ وَسُبُلًا وَأَنْهَرًا بِكُمْ تَمِيدَ أَنْ رَوِسِي الْأَرْضِ فِي وَالْقَىٰ

Artinya:

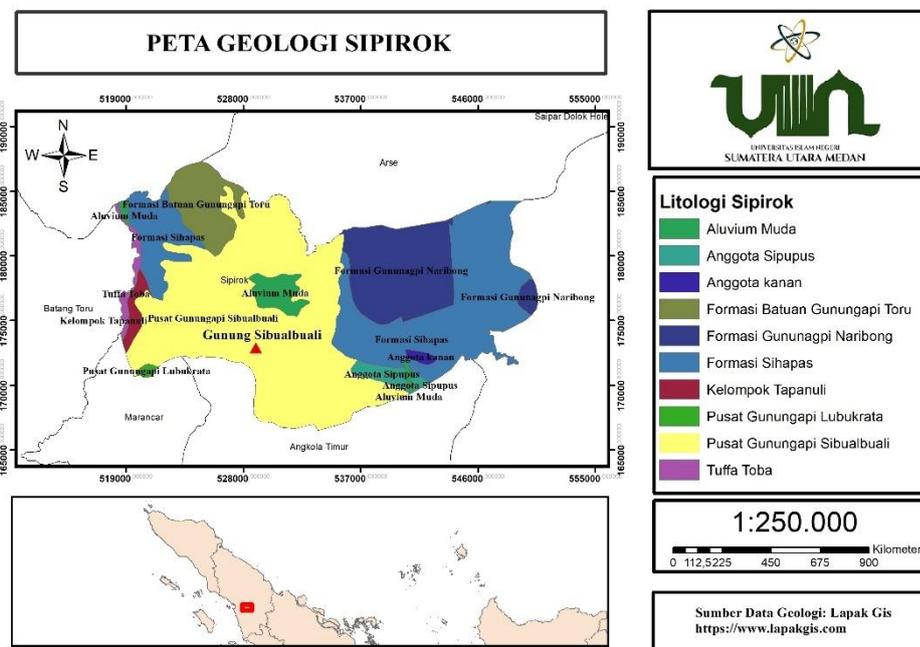
“Dan Dia menancapkan gunung-gunung di bumi supaya bumi itu tidak goncang bersama kamu, (dan Dia menciptakan) sungai-sungai dan jalan-jalan agar kamu mendapat petunjuk” (QS.An Nahl: 15)

Geothermal berasal dari aktivitas tektonik di dalam perut bumi yang telah berlangsung lama. Dikarenakan, pembangkit listrik tenaga *geothermal* di dapat pada sebuah bangunan yang disekitar lempeng tektonik dimana temperatur tinggi dari sebuah *geothermal*, dimana tersedianya di dekat sebuah permukaan (Kaslam, 2020).

2.2 Kondisi Geologi Wilayah

Gunung Sibualbuali merupakan gunung strato yang berumur Holsen. Dimana pulau sumatera mempunyai susunan geologi sangat kompleks, maka peristiwa tektonik lempeng terjadi. Tumbukan Lempeng antara Samudera Hindia dengan Lempeng Benua Asia di pulau sumatera bagian barat, telah memperoleh percampuran batuan yang asalnya dari kerak samudera dan benua sampai terlihat aneka ragam jenis batuan tersebut. Segemen utara Bukit barisan di wilayah Tapanuli Selatan merupakan daerah yang mencerminkan peristiwa tektonik lempeng tersebut. Telah terjadi erosi geantiklin yang diikuti penurunan cepat oleh sedimentasi berlangsung sangat pesat, pada cekungan di sekelilingnya hingga terbentuk batuan sedimen berumur Oligosen – Miosen formasi Sihaps dan Telisa. Yang secara tidak selaras ditutupi oleh batuan berumur kuarter.

Pada akhirnya terjadi letusan Gunung Sibualbuali, dengan material erosi dimulai terisi graben yang telah siap menumpang dan membentuknya sebagai kipas “*piedmont*”. Formasi Kuantan ditutupi tidak selaras oleh Formasi Sihapas dan Formasi Telisa dari Grup Kampar. Kedua formasi ini ditutupi tidak selaras oleh batuan gunungapi berumur Miosen sampai Plistosen. Batuan PraTersier maupun Tersier ditutupi oleh batuan gunungapi Kuartar yang merupakan produk Toba, Lubukrata, Sibualbuali. Produk Gunung Sibualbuali terdiri dari ignimbrit riodasitan, kubah riolitan, sedikit andesit, terdapat di pegunungan tengah sekitar Kecamatan Sipirok dan Padang Sidempuan Timur, merupakan deretan bukit yang memanjang tenggara – barat laut (Sulistiyawan & Harahap, 2013).



Gambar 2. 2 Peta Geologi Wilayah Gunungapi Sibualbuali
 Wilayah daerah penelitian Gunung Sibualbuali pada peta geologi yang terlihat seperti gambar 2.2 terdiri dari stratigrafi yaitu :

1. Aluvium muda merupakan tanah liat lepas, lanau, pasir, atau kerikil yang telah diendapkan oleh air yang mengalir di dasar sungai, didataran banjir.
2. Anggota Sipupus terdiri dari napal gampungan dan pasir, dengan sedikit batugamping yang sebagian glaukonitan.
3. Anggota Kanan terdiri atas batupasir kuarsa, kadang-kadang glaukonitan.

4. Formasi Gungunapi Toru (Tmvo) terdiri dari andesit, aglomerat dan breksi.
5. Formasi Gungunapi Naribong (Tmvna) tersusun atas gunungapi menengah dan aglomerat.
6. Formasi Sihapas (Tms) tersusun terutama batupasir kuarsa, serpih berkarbon, batulanau, konglomerat.
7. Kelompok Tapanuli batuan malihan berumur Perm.
8. Pusat Lubukrata terdiri atas tufa dasitan dan andesitan.
9. Pusat Gunungapi Sibualbuali terdiri dari ignimbrit riodasitan, kubah riolitan, sedikit andesit
10. Tuffa Toba terdapat batuan intrusi riolit berumur Plistosen bawah.

2.3 Prinsip Metode Gravitasi

Prinsip yang mendasari metode gravitasi ini ialah Hukum Newton yang membahas tentang gaya tarik menarik. Hukum Newton juga menjelaskan bahwa gaya tarik menarik antara kedua partikel dengan massa m_1 dan m_2 yang terpisah jauh pada r , maka akan mengakibatkan gaya yang sebanding dengan besarnya. Maka m_1 dan m_2 juga berbanding dengan jarak r . Hukum gravitasi Newton dapat dirumuskan dengan persamaan:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (2.1)$$

dimana

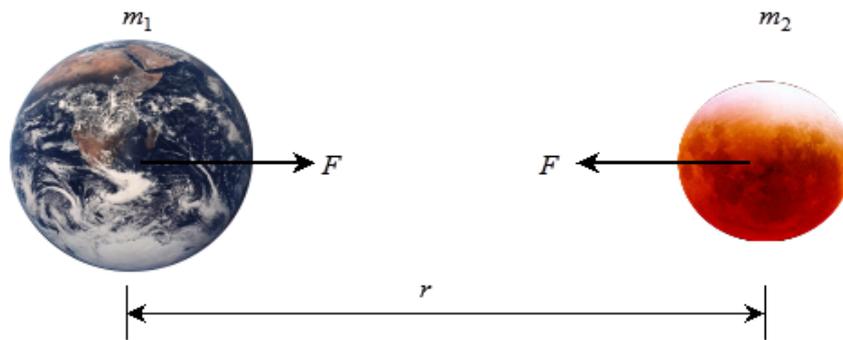
F = gaya n

G = konstanta gravitasi

m_1 = massa benda 1 (kg)

m_2 = massa benda 2 (kg)

r = jarak (m)



Sumber gambar : (Gunawan et al., 2022).

Gambar 2.3 Gaya Tarik menarik antara m_1 dan m_2 pada jarak r

Dapat dilihat dengan gambar 2.3 sedangkan pada hukum Newton yang lain juga ada yang mengenai antara gerak dinyatakan bahwa gaya (F) merupakan hasil perkalian massa dengan percepatan. Hukum Newton tersebut dapat dinyatakan dengan rumus:

$$F = m \cdot g \quad (2.2)$$

dimana:

F = gaya gravitasi (N)

m = massa benda (kg)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

Dapat dilihat bahwasannya dari kedua persamaan diatas, bisa diperoleh persamaan antara Percepatan Gravitasi di Permukaan Bumi:

$$g = G \frac{M}{r^2} \quad (2.3)$$

Keterangan:

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

G = tetapan gravitasi ($6,672 \times 10^{-11} Nm^2kg^2$)

M = massa bumi ($5.9742 \times 10^{24}kg$)

r^2 = jarak benda (m)

Terakhir persamaan yang menunjukkan bahwa besar sebuah percepatan diakibatkan gravitasi bumi g , dimana akan mengalami perbandingan lurus massa bumi (M) dan berbanding balik dengan kuadrat jarak benda (r^2) (Asy'ari, 2019).

2.4 Metode Gravitasi dalam *Geothermal*

Metode gravitasi adalah sebuah metode geofisika dimana metode ini menggunakan sifat fisik batuan yang menyusun bumi dengan densitasnya. Kerapatan atau biasa disebut densitas, dapat disebut juga sebagai massa jenis, merupakan sebuah besaran fisika yang dinyatakan massa per satuan volumenya.

Metode ini mempunyai keunggulan dibandingkan *survey* frontal yaitu mampu membagikan informasi yang cukup jelas mengenai kontras antara struktur bumi dan densitas batuan. Dalam permasalahan *geothermal*, perbandingan densitas yang akan digunakan saat mempelajari metode *gravity*. Terletak pada suatu wilayah *geothermal* di dalam tanah dapat mengakibatkan perbedaan densitas dengan massa batuan disekelilingnya (Gunawan et al., 2022).

2.5 Potensial Gravitasi

Sebuah bentuk elips, rotasi, dan permukaan yang tidak teratur dapat didistribusikan massa internalnya, serta menyebabkan gravitasi di atas permukaannya. Medan gravitasi bumi didefinisikan dengan potensial gravitasi U :

$$U = \frac{G.M}{r} \quad (2.4)$$

Dimana U merupakan potensial gravitasi, yang menjelaskan usaha dan dilakukannya gravitasi ke sebuah perpindahan suatu massa m ke posisi r .

2.6 Anomali Gravitasi

Anomali gravitasi adalah sebuah perbedaan densitas percepatan gravitasi pada bumi yang hasil pengukurannya terlihat sebuah percepatan gravitasi bumi teoritis (model bumi secara homogen) dalam datum referensi tertentu. Penjumlahan anomali gravitasi ini dilakukan dengan mengurangi gravitasi observasinya dengan anomali bouguer sederhana ataupun ABL. Memungkinkan sebuah perubahan akan terlihat di daerah tersebut. Dan nilai medan pada anomali dipengaruhi sebuah letak lintang, ketinggian, serta massa topografi disekeliling titik lokasinya.

$$\Delta g(x, y, z) = g_{obs}(x, y, z) - g_{teoritis}(x, y, z)$$

sehingga

(2.5)

$$BA = g_{obs} - (g\phi - FAC + BC - TC)$$

$$= g_{obs} - g\phi + FAC - BC + TC$$

Dimana :

Δg	= Perbedaan gravitasi
BA	= Anomali bouguer
g_{obs}	= Gravitasi observasi
$g_{teoritis}$	= Gravitasi teoritis
FAC	= Free air correction
BC	= Bouguer correction
TC	= Terrain Correction

2.7 Koreksi-Koreksi Metode Gravitasi

Data gravitasi pada dasarnya sudah terlihat dengan alat ukur yang tidak dapat langsung dikerjakan oleh pengolahan tanpa melakukan koreksi terlebih dahulu. Disebabkan sesungguhnya akan terlihat setelah dilakukan koreksi data gravitasi. Koreksi dalam metode gaya berat meliputi:

2.7.1 Pengukuran Gravitasi Mikro

Pengukuran gravitasi dilakukan dengan alat ukur percepatan gravitasi yang disebut dengan gravimeter. Alat ini bekerja berdasarkan perubahan panjang pegas akibat perubahan nilai gravitasi. Sesuai hukum Hooke tentang pegas, perubahan panjang pegas berbanding lurus (linear) terhadap besarnya gaya tarik. Ini berarti nilai gravitasi sebanding dengan perubahan panjang pegas. Gravitasi yang terukur adalah nilai gravitasi relatif terhadap suatu titik yang diketahui nilai gravitasi mutlak yang disebut dengan titik ikat. LaCoste – Romberg gravimeter adalah gravimeter pertama yang menggunakan zero length spring, yang kemudian digunakan juga pada gravimeter lain. Zero length gravimeter akan memiliki panjang nol jika semua gaya eksternal pada pegas dihilangkan. Nilai gravitasi terukur dapat dituliskan sebagai $g = K(1 - C/S)$ yang nilainya selalu sesuai asalkan nilai gravitasinya terbatas (Muhammad Zuhdi, Muhammad Taufik, Syahrial A, Wahyudi, 2021)

2.7.2 Koreksi Pasang Surut (*Tide Correction*)

Koreksi pasang surut diakibatkan oleh terjadinya koneksi dari pasang surut. Koreksi ini diperoleh untuk menghapus efek gravitasi benda-benda di luar bumi

seperti matahari dan bulan. Terjadi besar perubahan bervariasi oleh lintang, waktu bulanan, waktu tahunan. Secara matematis besar koreksi dikarenakan efek pasang surut:

$$g_{PS}(x, y, z) = \frac{GM_B r}{D_B^3} (3\cos^2\theta - 1) + \frac{3}{2} \frac{GM_B r}{D_B^3} (5\cos^3\theta - 3\cos^2\theta) + \frac{GM_B r}{D_B^3} (3\cos^2\theta\varphi - 1) \quad (2.6)$$

Dimana

r = jarak antar titik pengukuran ke pusat bumi

M_B = massa bulan

D_B = jarak bulan dari bumi

θ = sudut *zenith* dari bulan

M_M = massa matahari

D_M = jarak matahari dari bumi

φ = sudut *zenith* dari matahari

Sudut *zenith* ialah parameter yang bergantung di posisi lintang dan waktu saat pengukuran. Setelah koreksi pasang surut maka nilai pengukuran medan gravitasi di titik pengukuran ialah:

$$g_{TPS}(x, y, z) = g_m(x, y, z) + g_{PS}(x, y, z) \quad (2.7)$$

Keterangan

$g_{TPS}(x, y, z)$ = nilai medan gravitasi terkoreksi pasang surut di topografi (mGal)

$g_m(x, y, z)$ = nilai medan gravitasi terkoreksi tinggi alat di topografi (mGal)

$g_{PS}(x, y, z)$ = koreksi pasang surut di titik pengukuran

2.7.3 Koreksi Apung (*Drift Correction*)

Koreksi apung dapat terjadi disebabkan oleh selisih pada pembacaan percepatan gravitasinya pada stasiun yang sama dengan waktu yang berbeda. Cara menghapus efek tersebut, akuisisi data dapat didesain dengan suatu rangkaian tertutup (Jamaluddin, Maria, Hamriani, 2019). Maka penyimpangan yang besar terlihat dan dapat diasumsikan linier pada selang waktu tertentu (t). Untuk koreksi ini dapat dituliskan dengan persamaan:

$$drift = \frac{(g_n - g_0)}{(t_n - t_0)} (t_n - t_0) \quad (2.8)$$

Keterangan:

$drift$ = koreksi $drift$ (mGal)

t_n = waktu $ke - n$ (s)

t_0 = waktu pada pembacaan pertama (s)

g_n = hasil bacaan percepatan gravitasi $ke - n$ (mGal)

g_0 = hasil bacaan percepatan gravitasi yang pertama (mGal)

2.7.4 Koreksi Lintang (*latitude*)

Nilai medan gravitasi teoritis merupakan nilai medan gravitasi prediksi titik pengukuran. Nilai ini tidak memperhitungkan pengaruh geologi serta benda anomali. Pada medan gravitasi teoritis maka akan di perhitungkan sebuah letak titik pengukuran (lintang), elevasi titik pengukuran, densitas rata-rata wilayah *survey* serta topografi wilayah *survey* itu juga. Untuk memperoleh nilainya bisa menggunakan beberapa koreksi.

Nilai percepatan gravitasi di khatulistiwa sangat berbeda pada ekuator. Dan gravitasi khatulistiwa ini lebih kecil dibandingkan kutub, sebab jejari pada khatulistiwa lebih Panjang. Maka nilai percepatan gravitasi di setiap titik telah dipengaruhi posisi lintang. Rumusan fungsi gravitasi lintang WGS 1984 adalah sebagai berikut:

$$g_n(x, y, 0)_{1984} = 978032,53359 \frac{1 + 0,00193185265241 \sin^2 \phi}{\sqrt{1 - 0,00669437999014 \sin^2 \phi}} \quad (2.9)$$

dimana

$g_n(x, y, 0)$ = nilai medan gravitasi normal di referensi sferoida $g_n(x, y, 0)$

ϕ = sudut lintang

2.7.5 Koreksi Udara Bebas (*Free Air Correction*)

Nilai medan gravitasi brbanding terbalik terhadap kuadrat jarak antara kedua benda yang telah dinyatakan oleh Hukum Newton. Maka tempat yang semakin tinggi dari permukaan bumi, percepatan gravitasi buminya akan semakin kecil. Disebabkan jarak dari pusat bumi ke titik pengukuran bertambah. Factor besar terhadap koreksi *FAC* pada ekuator hingga lintang 45^0 atau -45^0 adalah $0,3086 \text{ mGal/m}$. Maka dapat dilihat dengan rumus persamaan:

$$= 0,3086 \times \text{Elevasi} \quad (2.10)$$

Dengan demikian besar anomali di posisi tersebut menjadi FAA (*Free Air Anomaly*), yaitu:

$$FAA (R + h) = g_{obs} - g(R) + 0.3086h \quad (2.11)$$

dengan:

FAA = *Free Air Correction*

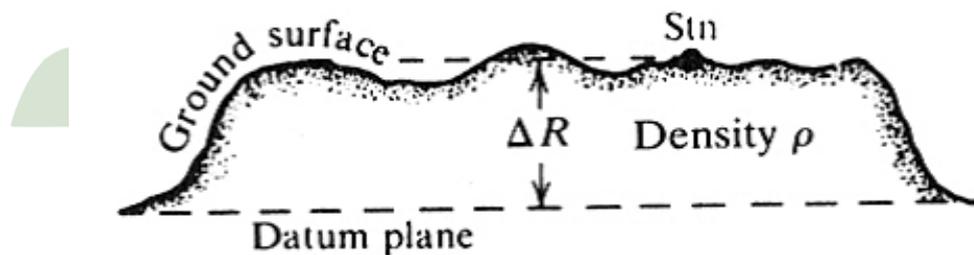
g_{obs} = percepatan gravitasi observasi

h = ketinggian yang telah dikoreksi

$g(R)$ = nilai percepatan gravitasi yang telah dikoreksi lintang

2.7.6 Koreksi Bouguer (*Bouguer Correction*)

Bouguer Correction adalah koreksi yang telah dilakukan hilangnya perselisihan ketinggian dengan tidak menjauhkan massa dibawahnya. Maka dari itu BC dilakukan menggunakan pendekatan benda yang menyerupai *slab* tak terhingga pada besarnya oleh persamaan:



sumber gambar (Gunawan et al., 2022)

Gambar 2. 4 Koreksi Bouguer

$$BC = 0.0419. \rho. h \quad (2.12)$$

dimana:

BC = Koreksi Bouguer ($mGal$)

h = Perbedaan ketinggian titik pengukuran dengan datum (m)

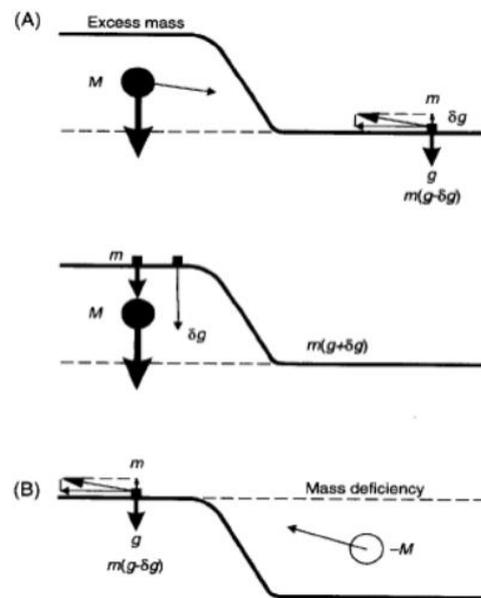
ρ = Massa jenis (kg/m^3)

Anomali gaya berat setelah diaplikasikan koreksi udara bebas dan koreksi Bouguer yaitu:

$$SBA = FAC - BC \quad (2.13)$$

2.7.7 Koreksi Medan (Terrain Correction)

Koreksi ini terjadi akibat pendekatan Bouguer. Maka hal yang bersifat mengurangi dalam SBA (Simple Bouguer Anomaly), merupakan penerapan koreksi medan, efek gravitasi blok-blok topografi yang tidak mulus harus dijumlahkan terhadap SBA. Pada gambar 2.5 adanya pengaruh material berada di sekitar baik material atas ataupun bawah titik pengukuran yang turut mengisi transfer terhadap jumlah pengukuran di titik pengukuran tersebut (Wachidah & Pembimbing rer nat Eko Minarto, 2017). Maka dilakukan koreksi topografi terlebih jika medan pengukuran mempunyai topografi tidak beraturan seperti pegunungan ataupun bukit dibawah ini.



sumber gambar (Gunawan et al., 2022)

Gambar 2. 5 Pengaruh lembah dan bukit dalam perhitungan gravitasi dengan demikian anomaly gaya berat dirumuskan:

$$CBA = g_{obs} - g\phi + 0,3086h - BC + TC \quad (2.13)$$

dimana:

CBA = Complete Bouguer Anomaly

TC = Terrain Correction

BC = Bouguer Correction

Maka untuk menghitung *Terrain Correction* dapat digunakan oleh persamaan:

$$TC = 0,04191 \frac{\rho}{n} \left(r_2 - r_1 + \sqrt{r_1^2 + z^2} - \sqrt{r_2^2 + z^2} \right) \quad (2.13)$$

dimana:

- TC = Terrain Corretion (mGal)
 ρ = Rapat massa batuan (kg/m^3)
 r_1 = Jari-jari lingkaran dalam (m)
 r_2 = Jari-jari lingkaran luar (m)
 z = ketinggian bukit/kedalaman lembah (m)
 = $Z_{stasiun\ pengamatan} - Z_{rata-rata}$

2.8 Anomali Bouguer Lengkap

Anomali bouguer lengkap atau biasa disebut CBA merupakan anomali yang diakibatkan adanya berbagai macam densitas secara lateral pada batuan yang ada di kerak bumi dan kerak bumi ini berada di bidang referensi yaitu bidang geoid. Dan untuk mendapatkan persamaan nilai anomali bouguer lengkap yaitu dengan rumus persamaan sebagai berikut:

$$FAA - BC + TC \quad (2.14)$$

dimana

- TC = terrain correction
 FAA = free air anomaly
 BC = bouguer correction

Nilai anomali bouguer juga sering disebut *Complete Bouguer Anomaly* (CBA). Namun anomali bouguer saja yang didapat tanpa dimasukkannya koreksi medan ke dalam perhitungan disebut *Simple Bouguer Anomaly* (SBA). Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data open akses yang diambil dari satelit website Topex, dimana data diperoleh dalam bentuk *Free Air Anomaly* (FAA). FAA merupakan nilai anomali gravitasi yang sudah terkoreksi hingga koreksi udara bebas dan belum memperhitungkan efek massa batuan sehingga memasukkan koreksi bouguer ke dalam perhitungannya (Anggraeni, 2021).

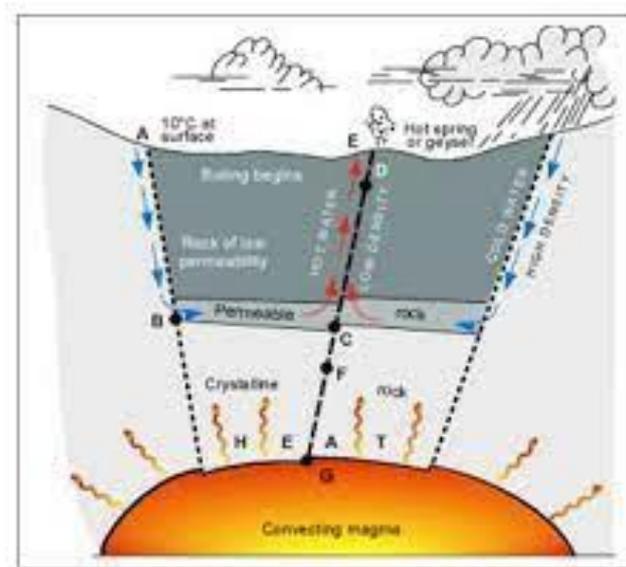
2.9 Sistem Panas Bumi

Sistem panas bumi adalah sistem dimana sudah mencapai kriteria geologi, hidrogeologi, dan *heat transfer* yang cukup, terkonsentrasi untuk mengumpulkan sumber daya energi. Serta sistem panas bumi juga berkaitan dengan aktivitas gunungapi andesitis hingga riolititis yang diakibatkan oleh sumber magma dengan

sifat asam dan kentalnya gunungapi tersebut. Adapun 3 lempeng yang berinteraksi, di akibatkan dari sistem penunjaman yang tidak sama, serta tekanan atau kompresi setelah dihasilkannya oleh tumbukan miring (*oblique*) antara lempeng. Lebih lanjutnya bahwa sistem panas bumi ini lebih di control dengan adanya sistem patahan regional yang terkait dengan sistem sesar (Ridwan, 2014).

2.9.1 Komponen Sistem Panas Bumi

Komponen sistem panas bumi selalu terikat dalam membentuk sistem yang bisa mengalirkan energi panas bumi dari dalam hingga luar permukaan bumi, serta ada beberapa transfer panas bumi.



sumber gambar 2.6 (Kamilah, 2022)

Gambar 2. 6 Model sistem panas bumi

Pada Gambar 2.6 ada 4 sistem transfer yang bekerja dengan secara konduksi dan konveksi, yaitu:

1. Sumber Panas (*Heat Source*)

Heat Source adalah sumber panas dimana *Heat Source* berasal dari sistem panas bumi yang posisi relatifnya sangat dalam dari struktur *Geothermal* dan permukaan bumi.

2. Reservoir

Sebuah sumber energi panas yang mengandung air panas, uap air, serta batuan bersama mineral dan gas lainnya.

3. Batuan Penundung (*Cap Rock*)

Sebuah susunan pengunci yang aktivitas *Geothermal* dengan porositas dan permeabilitas yang dangkal serta mempunyai kegunaan sebagai penyumbatan reservoir. Dan *cap rock* berada di wilayah sekitar tektonik aktif yang mengakibatkan deformasi dan membentuk sesar.

4. Struktur Geologi

Struktur geologi atau biasa disebut juga zona lemah sebagai celah naiknya fluida panas ke atas permukaan bumi yang berupa patahan, rekahan, dan ketidakselarasan (Jasman, 2018).

Model sistem panas bumi juga terdapat beberapa jenis batuan yang terkandung didalamnya. Jenis batuan ini juga diakibatkan dari letusan gunungapi yang memiliki sistem panas bumi yang tinggi. Maka dari itu, batuan yang terkandung atau yang berada pada disekitar gunungapi memiliki berbagai macam jenisnya. Jenis-jenis batuan tersebut bisa dilihat pada Tabel 2.1.

Densitas bawah permukaan tanah menyebabkan adanya perubahan gaya gravitasi diatas permukaan. Perbedaan massa di bawahnya mempengaruhi intensitas gaya gravitasi, dan data gravitasi merupakan data densitas. Distribusi densitas yang tidak seragam dapat disebabkan oleh struktur geologi yang ada di bawah permukaan bumi. Kontribusi struktur geologi terhadap variasi nilai percepatan gravitasi di permukaan bumi sangat kecil dibandingkan dengan nilai absolutnya. Variasi nilai percepatan gravitasi tersebut tidak hanya disebabkan oleh distribusi densitas yang tidak merata tetapi juga dipengaruhi oleh posisi titik amat di permukaan bumi. Hal ini disebabkan oleh adanya bentuk bumi yang tidak bulat sempurna dan relief bumi yang beragam (Oktobiyanti, 2009). Nilai densitas rata-rata dan dapat digunakan penentuan nilai gravitasi anomali bouguer (Ardi & Waslaluiddin, 2022). Gaya gravitasi yang diukur pada permukaan memiliki dua komponen. Yang pertama adalah komponen umum dan relatif seragam yang dipengaruhi oleh seluruh bumi, dan yang kedua adalah banyak komponen kecil yang bervariasi karena perubahan densitas (anomali gravitasi). Serta gravitasi mempengaruhi nilai densitas batuan (massa jenis), dan bukan mempengaruhi nilai gravitasinya (massa jenis) (Hidayat, 2011).

Massa jenis atau kerapatan merupakan karakteristik mendasar yang dimiliki zat. Rapatan (densitas) adalah sifat fisik dari materi. Rapatan digunakan untuk

membandingkan dua zat yang memiliki volume yang sama (menempati besaran ruang yang sama, tetapi memiliki massa yang berbeda). Sebuah objek dengan massa per volume yang lebih besar lebih rapat objek dengan massa per volume yang lebih kecil. Zat yang kurang rapat mengapung di atas zat yang lebih rapat. Massa Jenis adalah perbandingan antara massa benda dengan volume benda Secara matematis dapat dirumuskan :

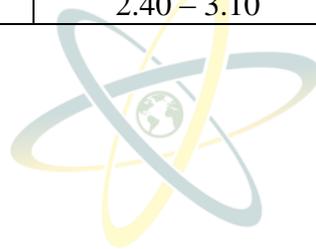
$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2.15)$$

Dimana, ρ sama dengan massa jenis zat (kg/m^3), m merupakan massa zat (kg), dan v adalah volume zat (m^3) (Primary Putri & Suprpto, 2019)

Tabel 2. 1 Tabel Densitas Batuan (Telford W.M, Geldart, L.P. Sheriff, R.E. Keys, 1976)

ROCK TYPE	RANGE DENSITY (g/cm^3)	AVERAGE DENSITY (g/cm^3)
SEDIMENT (wet)		
Overburden		1.92
Soil	1.20 – 2.40	1.92
Clay	1.63 – 2.60	2.21
Gravel	1.70 – 2.30	2.00
Sand	1.70 – 2.30	2.00
Sandstone	1.61 – 2.76	2.35
Shale	1.77 – 3.20	2.40
Limestone	1.93 – 2.90	2.55
Dolomite	2.28 – 2.90	2.70
IGNEOUS ROCK		
Rhyolite	2.35 – 2.70	2.52
Andesite	2.40 – 2.80	2.54
Granite	2.50 – 2.81	2.64
Granodiorite	2.67 – 2.79	2.73
Porphyry	2.60 – 2.89	2.74
Quartz diorite	2.62 – 2.96	2.79
Diorite	2.72 – 2.99	2.85
Lavas	2.80 – 3.00	2.90
Diabase	2.50 – 3.20	2.91
Basalt	2.70 – 3.30	2.99
Gabbro	2.70 – 3.50	3.03
Peridotite	2.78 – 3.37	3.15
Acid igneous	2.30 – 3.11	2.61
Basic igneous	2.09 – 3.17	2.79
Breccia	2.71 – 2.87	2.77
Basalt magma	2.65 – 2.80	2.70

Andesite magma	2.45 – 2.50	2.45
Rhyolite magma	2.18 – 2.25	2.22
METAMORPHIC ROCK		
Quartzite	2.50 – 2.70	2.60
Schists	2.39 – 2.90	2.64
Graywacke	2.60 – 2.70	2.65
Marbie	2.60 – 2.90	2.75
Serpentine	2.40 – 3.10	2.78
Slate	2.70 – 2.90	2.79
Gneiss	2.59 – 3.00	2.80
Amphibolite	2.90 – 3.04	2.96
Eclogite	3.20 – 3.54	3.37
Metamorphic	2.40 – 3.10	2.74



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN