

## **ANALISIS DATA GRAVITASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DAERAH MANIFESTASI PANAS BUMI WAESEKAT, KABUPATEN BURU SELATAN**

Fathony Akbar Pratikno\*, Jamaluddin, Hamriani Ryka, Iwan Prabowo  
Program Studi Teknik Geologi, STT-Migas Balikpapan  
Jl. Transad KM.08 No.76 RT.08 Kel.Karang Joang Balikpapan  
*\*e-mail: fathony16@sttmigas.ac.id*

### **ABSTRACT**

Waesekat geothermal area is located in the subdistrict Kepala Madan, South Buru district, Maluku. The manifestation consisted of hot springs with temperature around 90 ° C and metamorphic rocks. The morphology around manifestation area consist of hills with an altitude of 300-1500 meters above sea level. Identification of subsurface structure based on gravity data. Gravity method is one of the geophysical methods used to quantify the variations of the earth's gravitational acceleration due to the difference of density between rocks. From the data, Waesekat area has high value of anomaly in the southwest study area, and low value in the northeast. The potential of geothermal was suspected to be in the Northeast that have low anomalies. Based on the correlation between gravity data and geological data, the subsurface structure of this area is composed of shale, sandstone and limestone.

Keywords: Gravity method, Bouguer anomaly, geothermal, Buru Island

### **ABSTRAK**

Daerah panas bumi Waesekat termasuk dalam wilayah Kecamatan Kepala Madan, Kabupaten Buru Selatan, Propinsi Maluku. Jenis manifestasi berupa mata air panas bertemperatur sekitar 90°C dan batuan malihan. Morfologi sekitar manifestasi berupa satuan morfologi perbukitan dengan ketinggian 300–1500 mdpl. Identifikasi struktur bawah permukaan menggunakan metode gravitasi / gaya berat. Metode gravitasi adalah salah satu metode geofisika yang digunakan untuk mengukur variasi percepatan gravitasi bumi akibat perbedaan rapat massa antar batuan. Dari data yang diperoleh di sekitar Waesekat terdapat anomali tinggi di sebelah Barat Daya daerah penelitian, dan rendah di sebelah Timur Laut. Potensi panas bumi diduga berada di daerah Timur Laut yang nilai anomalnya rendah. Berdasarkan korelasi dengan data geologi, struktur bawah permukaan, daerah ini tersusun atas serpih, batu pasir dan batu gamping.

Kata Kunci: Metode gravitasi, bouguer anomaly, panas bumi, Pulau Buru

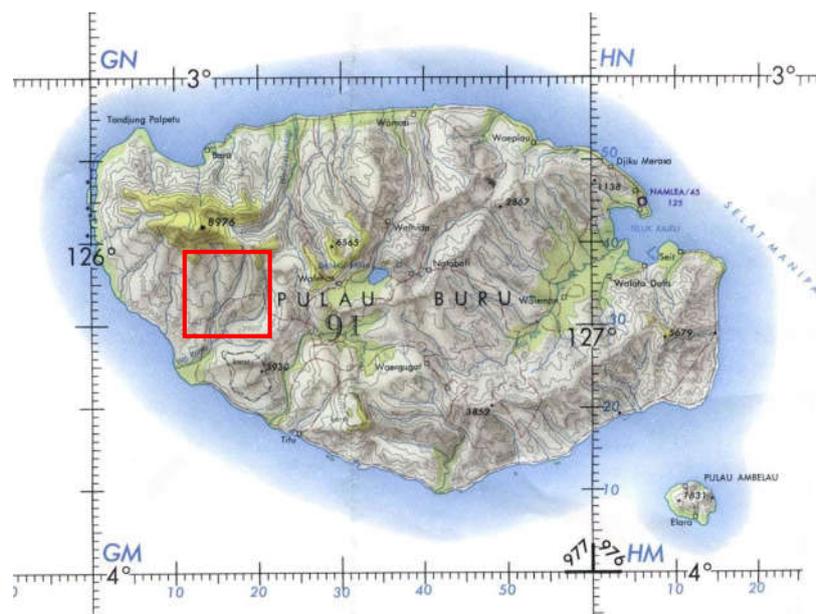
### **PENDAHULUAN**

Pulau Buru secara administratif terbagi ke dalam dua wilayah, Kabupaten Buru dan Kabupaten Buru Selatan, Provinsi Maluku. Kabupaten Buru Selatan merupakan pemekaran dari Kabupaten Buru yang beribukota di Namrole. Kabupaten Buru Selatan dibagi menjadi 6

kecamatan, yaitu Kecamatan Kepala madan, Fena Fafan, Namrole, Waesama, Leksula, dan Ambalau. Secara geografis pulau Buru berada pada koordinat 3°05'- 3°50' LS dan 125°59'- 127°16' BT. Pulau ini dikelilingi oleh laut Seram di bagian utara, laut Banda di selatan, laut Buru di bagian barat dan selat Manipa di sebelah timur. Morfologi Kecamatan Kepala Madan secara umum dapat dibagi menjadi tiga, yaitu satuan pegunungan, perbukitan dan pedataran. Dimana daerah perbukitan tersebar di sekeliling morfologi pegunungan dan peralihan pegunungan ke pedataran dengan ketinggian 300-1500 mdpl.

Manifestasi yang dijumpai di wilayah kecamatan Kepala Madan terdiri dari mata air panas Waesekat-1 dengan temperatur 90.8°C pada posisi UTM: 261.488 mT, 9.614.076 mU dan Waesekat-2 dengan temperatur 86.7°C pada posisi 194.795 mT, 9.617.963 mU, serta Waesekat-3 dengan temperatur 67.4 °C pada posisi 194.424 mT, 9.617.724 mU. Ketiga mata air panas ini muncul di tepi Sungai Waeneso yang muncul melalui lapisan tuff bersisipan lava basal Formasi Mefa, sekitarnya berupa konglomerat dan batu gamping, dan batu pasir selang-seling serpih.

Manifestasi lain berupa tanah panas, fumarol, dan kolam lumpur panas dengan suhu berkisar antara 96.3 - 97.1 °C. Selain itu terdapat batuan ubahan mengandung mineral lempung (ilit), tuf yang tersilisifikasi, dan sinter karbonat pada mata air panas (Widodo dkk., 2007)



Gambar 1. Peta Pulau Buru dan lokasi yang diteliti

Metode gravitasi dilandasi dari hukum Newton yang menyebutkan bahwa gaya tarik-menarik antara dua buah partikel berbanding lurus dengan perkalian massa kedua partikel tersebut dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antar pusat keduanya. Prinsip metode ini didasari oleh adanya anomali gaya berat yang timbul disebabkan adanya keanekaragaman densitas batuan.

Keanekaragaman batuan tersebut mencirikan adanya suatu struktur geologi, serta bahan-bahan penyusun lapisan tersebut, termasuk keberadaan fluida di dalamnya. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui gambaran bawah permukaan struktur geologi yang terdapat di daerah tersebut.

Nilai percepatan gravitasi berbeda dari tempat satu ke tempat lainnya, karena bentuk bumi yang tidak bulat sempurna, relief permukaannya tidak rata, adanya gerak rotasi dan revolusi dalam

sistem matahari, serta adanya inhomogenitas. Variasi gravitasi disetiap titik dipermukaan bumi dipengaruhi oleh berbagai macam faktor seperti posisi lintang, ketinggian, topografi, pasang surut, dan variasi rapat massa bawah permukaan (Telford dkk., 1990).

Anomali Bouguer Lengkap adalah selisih antara nilai gaya berat hasil pengamatan dengan gaya berat secara teoritis yang didefinisikan pada titik pengamatan bukan pada bidang referensi, baik elipsoid maupun muka laut rata-rata (Sarkowi dkk., 2006). Anomali Bouguer Lengkap didapatkan dari persamaan:

$$g_{ABL} = g_{obs} - g_{(\varphi)} + g_{FA} - g_{BC} + g_{TC} \quad (1)$$

Keterangan :

- $g_{ABL}$  : anomali bouguer lengkap,
- $g_{obs}$  : gaya berat observasi/pengamatan,
- $g_{(\varphi)}$  : koreksi lintang
- $g_{FAC}$  : koreksi udara bebas
- $g_{BC}$  : koreksi Bouguer
- $g_{TC}$  : koreksi medan

## METODA PENELITIAN

### *Data Gravitasi*

Data yang diolah merupakan data sekunder yang diperoleh dari *database* Bureau Gravimetric International (BGI), yang merupakan sebuah organisasi non-profit yang mengumpulkan data-data gravitasi dari seluruh dunia. Dari *database* BGI dapat diperoleh informasi data tentang *Bouguer Anomaly*, *Free Air Anomaly*, serta topografi dari Pulau Buru.

### *Proses Permodelan Inversi*

Data anomali Bouguer lengkap dari BGI kemudian diolah menggunakan perangkat lunak *Surfer* untuk memperoleh data *grid* dengan metode *Kringing*. Dari data *grid* ini, dapat dibuat peta kontur anomali Bouguer menggunakan perangkat lunak *Surfer*. Kemudian dari *Surfer*, data tersebut dilakukan pemisahan anomali regional dan residual dengan proses analisis spektrum. Proses ini bertujuan untuk memperkirakan kedalaman anomali bawah permukaan. Perangkat lunak *MagPick*, digunakan untuk menampilkan hasil pemisahan antara anomali regional dan residual.

Data anomali yang telah dilakukan pemisahan kemudian dibuat permodelan peta kontur kembali pada perangkat lunak *Surfer*. Dari proses *slicing* pada data residual, akan diperoleh keluaran data yang kemudian dilakukan permodelan 2-dimensi dengan menggunakan perangkat lunak *Grav2dc*. Hasil dari pemodelan inversi akan memberikan gambaran variasi beda rapat massa bawah permukaan .

### *Geologi Regional*

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Buru, Maluku (Tjokrosapoetro, 1993), daerah yang diteliti memiliki formasi batuan antara lain :

Formasi Dalan (TRd) : batu pasir, serpih, batu lanau & konglomerat

Formasi Mefa (Jm) : Lava basalt dan tuff

Formasi Kuma (MTk) : Kalsilitit, lutit rijangan, rijang, napal, konglomerat

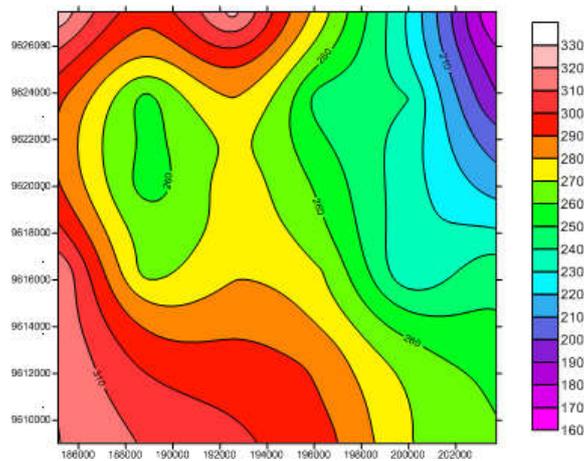
Formasi Ghegan (TRg) : Batu gamping dolomitan, kalkarenit, serpih, napal

Formasi Leko (Tpl) : Konglomerat, batu pasir, batu gamping

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### *Peta Kontur Anomali Bouguer*

Hasil pengolahan data anomali bouguer dengan menggunakan perangkat lunak *Surfer*, seperti disajikan pada gambar 2 dibawah ini.

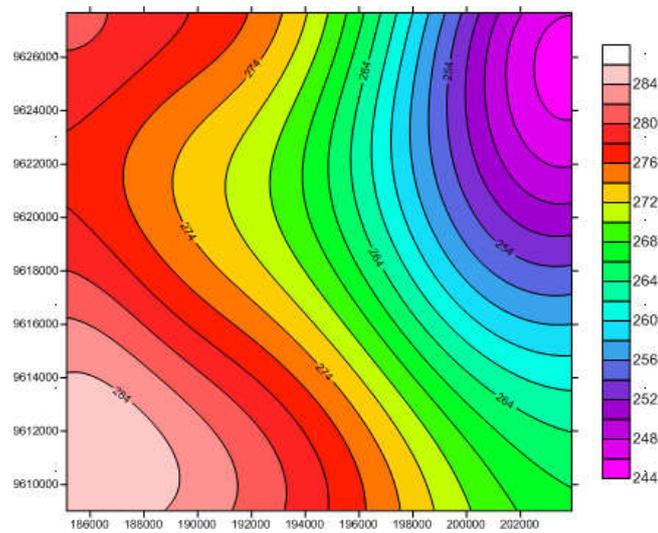


Gambar 2. Peta kontur anomali Bouguer

Pada kontur anomali Bouguer didapatkan nilai anomali positif yang berkisar antara 160 mGal sampai dengan 330 mGal.

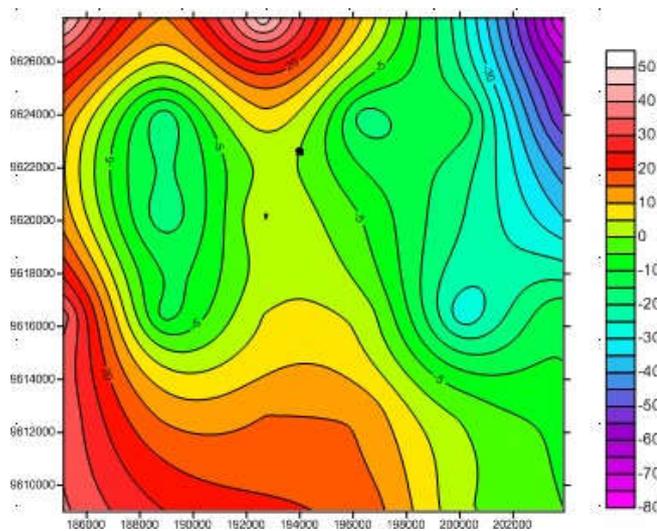
### *Pemisahan Anomali Regional dan Residual*

Pemisahan anomali regional dan residual dilakukan dengan perangkat lunak *MagPick*, menerapkan metode *Upward Continuation*. Dengan menginput nilai elevasi 4.500 meter diperoleh peta kontur pemisahan anomali regional seperti yang disajikan pada gambar 3 dan residual pada gambar 4



Gambar 3. Peta kontur anomali regional

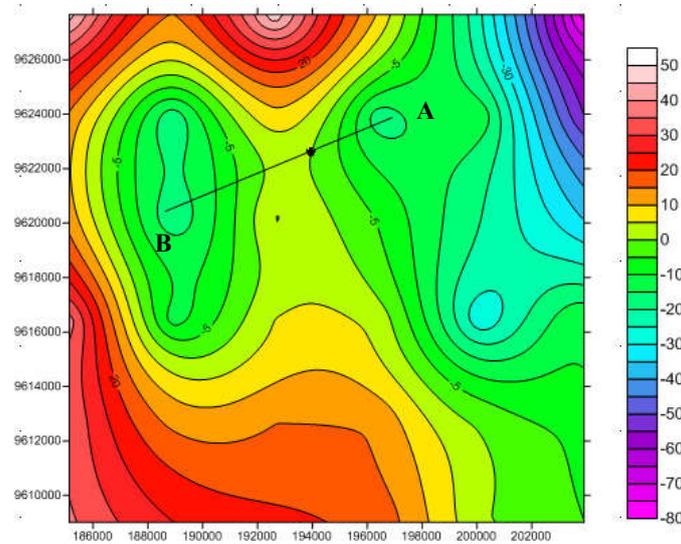
Dari pemetaan kontur anomali regional diperoleh nilai berkisar antara 244 mGal-286 mGal. Nilai anomali tersebut maksimal pada daerah Barat Daya dan semakin mengecil ke arah Timur Laut.



Gambar 4. Peta kontur anomali residual

Pemetaan kontur anomali residual memperlihatkan nilai yang berkisar antara -80 mGal sampai 50 mGal. Berdasarkan pemetaan kontur anomali Bouger, potensi sumber panas bumi diduga berada di Timur Laut daerah penelitian. Daerah potensi ini ditandai dengan nilai anomali yang rendah (Melisa dan Sarkowi,2013), ditandai dengan adanya sumber mata air panas yang muncul di sekitar daerah sesar.

Langkah selanjutnya adalah melakukan *slicing* pada kontur peta anomaly residual, untuk membuat permodelan 2 dimensi bawah permukaan. *Slicing* dilakukan dari titik A ke B, seperti tertera pada gambar 5

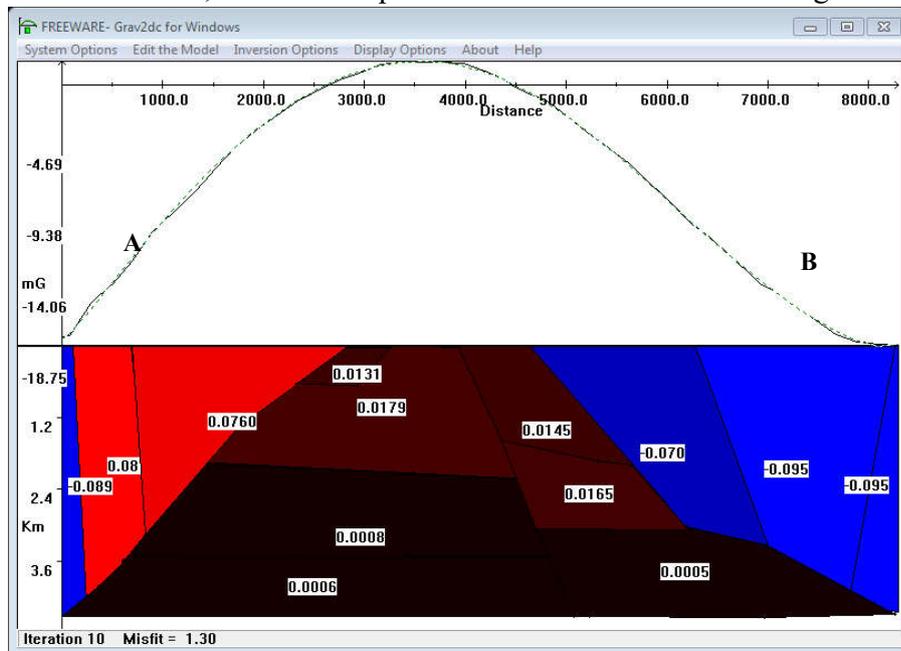


Gambar 5. Peta kontur anomali residual dengan *slicing* A-B

Dari proses *slicing* diperoleh output data yang kemudian di proses menggunakan perangkat lunak *grav2dc*. Pada langkah ini, data *slicing* diproses dengan *forward modeling* untuk memperoleh permodelan gravitasi bentuk 2 dimensi. Dari permodelan 2 dimensi ini dapat diperkirakan struktur bawah permukaan dari lintasan A-B.

*Inversi Penampang 2 Dimensi*

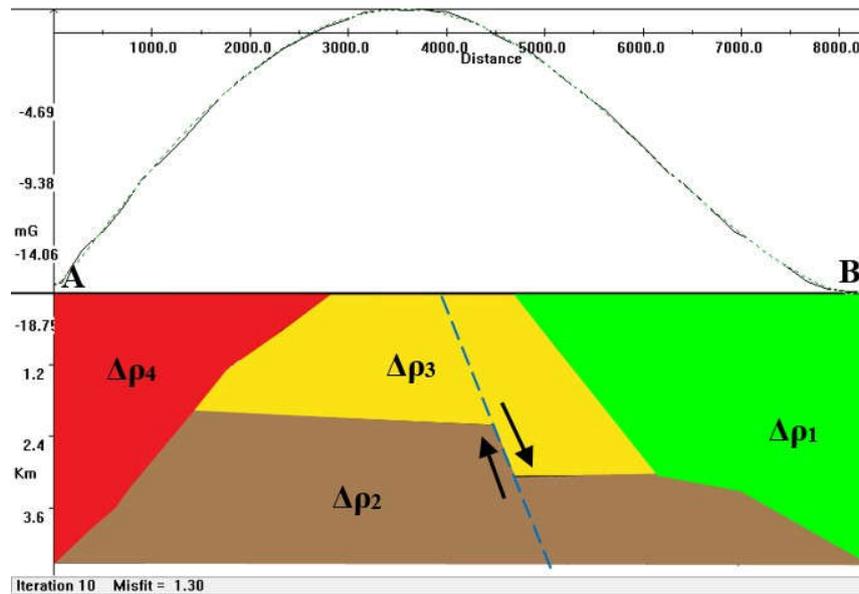
Hasil permodelan *grav2dc* ditampilkan seperti pada gambar 6 dengan error sebesar 1.30%, dengan kedalaman 4.500 meter, berdasarkan pemisahan anomali residual dan regional.



Gambar 6. Hasil *forward modeling* 2 dimensi dari *grav2dc*

Dari model tersebut secara umum dapat dikelompokkan menjadi 4 golongan kontras densitas (gambar 7), yaitu :

- $\Delta\rho_1$  : -0.070 s/d -0.095 gr/cm<sup>3</sup>
- $\Delta\rho_2$  : 0.0005 s/d 0.0008 gr/cm<sup>3</sup>
- $\Delta\rho_3$  : 0.0130 s/d 0.0180 gr/cm<sup>3</sup>
- $\Delta\rho_4$  : 0.0730 s/d 0.0818 gr/cm<sup>3</sup>



Gambar 7. Permodelan dugaan struktur bawah permukaan

Data kontras densitas kemudian dikorelasikan dengan data geologi daerah penelitian. Berdasarkan data geologi regional Pulau Buru, daerah penelitian tersusun atas batuan-batuan jenis sedimen. Rujukan [3] menjelaskan bahwa nilai densitas rata-rata batuan sedimen adalah 2,5 gr/cm<sup>3</sup>. Dari korelasi kedua data tersebut, dugaan batuan penyusun di bawah permukaan daerah penelitian dapat disajikan :

Tabel 1  
Dugaan Batuan Penyusun Daerah Penelitian Berdasarkan Densitas

Lapisan	Kontras Densitas (gr/cm <sup>3</sup> )	Densitas Batuan (gr/cm <sup>3</sup> )	Jenis Batuan Penyusun
$\Delta\rho_1$	-0,0860	2,4100	Serpih
$\Delta\rho_2$	0,0006	2,5006	Batu pasir
$\Delta\rho_3$	0,0155	2,5155	Batu pasir sisipan serpih
$\Delta\rho_4$	0,0700	2,5700	Batu gamping

Dari permodelan 2 dimensi juga dapat terlihat adanya sesar, yang dari peta geologi dapat diketahui bahwa sesar tersebut adalah sesar Waekuma yang terbentang arah Utara-Selatan. Diperkirakan, sesar inilah yang mengontrol kemunculan beberapa mata air panas di sekitar daerah manifestasi Waesekat.

## KESIMPULAN

Berdasarkan data gravitasi daerah manifestasi Waesekat, dan dengan didukung oleh data geologi, dapat disimpulkan bahwa, dari model 2 dimensi dan data geologi, batuan penyusun pada daerah penelitian terdiri atas serpih dengan  $\rho = 2,41 \text{ gr/cm}^3$ , Batu pasir dengan  $\rho = 2,50 \text{ gr/cm}^3$ , Batu pasir bersisipan serpih dengan  $\rho = 2,52 \text{ gr/cm}^3$ , Batu gamping dengan  $\rho = 2,57 \text{ gr/cm}^3$ . Dari model kontur anomali Bouguer, potensi panas bumi diduga berada pada Timur Laut daerah penelitian.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada STT Migas Balikpapan yang telah memfasilitasi penelitian ini serta kepada BGI sebagai penyedia data anomaly *garavity*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Meilisa, dan Sarkowi, M. (2013) "Analisis Data Gravity Untuk Menentukan Struktur Bawah Permukaan Daerah Manifestasi Panasbumi di Lereng Selatan Gunung Ungaran," *Prosiding Seminar Nasional Sains & Teknologi V*. 181-193.
- Sarkowi, M. Kadir, W.G.A., Santoso, D., dan Supriyadi. (2006). "Pemantauan Penurunan Muka Air Tanah di Daerah Semarang dengan Metode Gayaberat-Mikro Antar Waktu," di *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan ke-31*.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., dan Sheriff, R.E., (1990). *Applied Geophysics 2nd ed.*, Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Tjokrosoepetro, S., Budhitrisna, T., dan Rusmana, E. (1993) "Peta Geologi Lembar Buru, Maluku," Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Widodo, S., Kasbani, Sulaeman, B., Sumardi, E. dan Iim, D., (2007). "Potensi Panas Bumi Wilayah Kabupaten Buru-Maluku," di *Buletin Sumber Daya Geologi Vol 2 No 1*.