

PENENTUAN SUMBER PANAS SISTEM PANAS BUMI GUNUNGAPI TALANG, SUMATERA BARAT BERDASARKAN SEJARAH PANAS DAN GEOKIMIA AIR

Fauzia Aulia Rachmawati^{*1}, Agus Didit Haryanto¹, Johanes Hutabarat¹, Mamay Sumaryadi²

¹ Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

² Badan Geologi, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi,

*Korespondensi: auliaziaa@yahoo.com

ABSTRAK

Gunungapi Talang terletak pada Kecamatan Kota Anau, Kabupaten Solok, Sumatera Barat. Gunungapi Talang merupakan gunungapi aktif yang mengindikasikan adanya sistem panas bumi. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan letak sumber panas dari sistem panas bumi Gunungapi Talang. Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan data vulkanostratigrafi dengan melihat periode perubahan erupsi yang merepresentasikan sejarah panas, serta menggunakan data geokimia manifestasi. Sejarah vulkanisme Gunung Talang dibagi menjadi tiga periode dari tua ke muda yaitu, Pra-Talang, Talang Tua, dan Talang Muda. Pada periode Pra-Talang yaitu Danau Di Bawah, Bakar dan Danau Talang. Periode Talang Tua yaitu Talang. Periode Talang Muda yaitu Batino dan Jantan. Disimpulkan bahwa sumber panas terletak pada pusat erupsi termuda yaitu Gumuk Jantan. Kesimpulan ini didukung dengan karakteristik tipe air panas pada daerah Gumuk Jantan yang berjenis air sulfat. Mata air panas pada daerah Gumuk Jantan diinterpretasikan sebagai zona *upflow*.

Kata Kunci: Gunungapi Talang; Sejarah Panas; Sumber Panas; Geokimia Air

ABSTRACT

Talang Volcano is located in Kota Anau Sub-District, Solok District, West Sumatera Province. Talang Volcano is an active volcano that indicates a geothermal system. The purpose of this study is to know the history of volcanism and thermal history of Talang Volcano and determine the heat source from geothermal system Talang Volcano. The method used in this study are volcano-stratigraphic data by looking at volcanic eruption period that represent thermal history, and using geochemical data manifestations. Mount Talang volcanic history is divided into three periods from old to young, Pre-Talang, Old Talang, and Young Talang. Pre-Talang period are Danau Dibawah, Bakar and Danau Talang. Period Old Talang period is Talang. Young Talang Period are Batino and Jantan. Heat Source is located in the center of the youngest eruption, Gumuk Jantan. Determination of heat source location is supported by geochemical analysis of manifestation. The geochemical analysis of manifestation shows the type of Gumuk Jantan springs are sulfate water. Hot spring which are located in Gumuk Jantan area is upflow zone.

Keywords: *Talang Volcano; Thermal History; Heat Source; Water Geochemistry*

1. PENDAHULUAN

Salah satu dampak positif dari letak Indonesia yang dilalui oleh jalur gunungapi (*ring of fire*) yaitu adanya potensi panas bumi. Keberadaan sistem panas bumi umumnya berkaitan erat dengan kegiatan vulkanisme dan magmatisme, dimana sistem panas bumi biasanya berada pada daerah busur

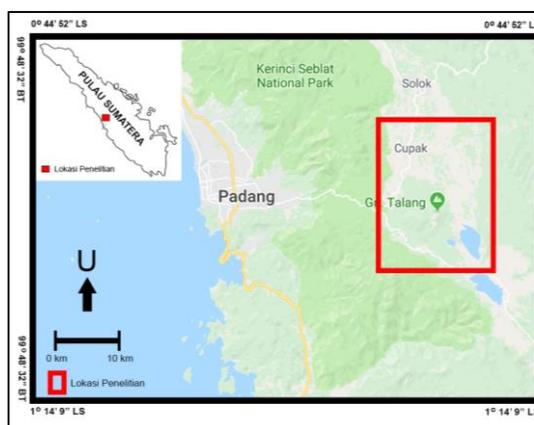
vulkanik (*volcanic arc*) dari sistem tektonik lempeng.

Gunungapi Talang merupakan gunungapi aktif yang mengindikasikan adanya sistem panas bumi. Hasil penyelidikan terdahulu diketahui bahwa Gunungapi Talang memiliki potensi cadangan terduga panas bumi sebesar 66

MW (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2017).

Gunungapi Talang terletak pada Kecamatan Kota Anau, Kabupaten Solok, Sumatera Barat dengan posisi geografis $100^{\circ} 35' \text{ BT} - 100^{\circ} 45' \text{ BT}$ dan $00^{\circ} 50' \text{ LS} - 01^{\circ} 03' 06'' \text{ LS}$ (Gambar 1.1).

Penelitian ini bertujuan menentukan letak sumber panas dari sistem panas bumi Gunungapi Talang didukung dengan sejarah panas Gunungapi Talang dan data kimia dari manifestasi yang muncul di sekitar Gunungapi Talang.



Gambar 1.1 Peta Lokasi Penelitian

2. TINJAUAN PUSTAKA

Vulkanostratigrafi

Vulkanostratigrafi merupakan konsep stratigrafi batuan secara genetik yang berasal dari sumber erupsinya (Cas dan Wright, 1987). Vulkanostratigrafi menawarkan metoda observasi dan ide baru dalam pemahaman proses vulkanisme terkait dengan pembentukan panas bumi sistem hidrotermal. Genesis dan pergerakan magma, serta sistem erupsi gunungapi memberikan kontribusi yang lebih jelas terhadap evolusi gunungapi dan sejarah panas yang berkaitan dengan pembentukan sistem panas bumi (Wohletz dan Heiken, 1992). Dalam hal ini, konsep vulkanostratigrafi dapat menjelaskan karakteristik erupsi, perubahan pusat erupsi (magmatic axis) sebagai dasar estimasi penentuan sumber panas (*heat source*) sistem panas bumi,

struktur geologi sebagai pengontrol vulkanisme dan fluida panas bumi dari sistem reservoir panas bumi.

Pusat erupsi yang dapat menjadi sumber panas sistem panas bumi merupakan pusat vulkanisme dengan jenis erupsi magmatik dan atau freatomagmatik (Wohletz dan Heiken, 1992).

Panas Bumi

Panas Bumi secara umum diartikan sebagai panas yang terdapat di dalam bumi secara alamiah dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Panas tersebut umumnya berasosiasi dengan jalur vulkanik dan magma dangkal yang kemudian membentuk suatu sistem yang disebut Sistem Panas Bumi (*Geothermal System*). Komponen pembentuk sistem Panas Bumi menurut Goff dan Janik (2000) yaitu; Batuan Reservoir, Fluida, dan Sumber Panas (*Heat Source*).

Geokimia panas bumi merupakan salah satu metoda eksplorasi panas bumi dalam mempelajari karakteristik fluida panas bumi. Geokimia air panas bumi memiliki komposisi yang beragam dan komposisi tersebut mencerminkan kondisi geologi dan sistem panas bumi pada daerah tersebut. Analisis geokimia perlu dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan jenis dari daerah panas bumi tersebut, sehingga dapat mendukung tahap eksplorasi yang akan dilakukan.

3. METODE

Data-data penelitian yang digunakan bersumber dari Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG). Beberapa data yang digunakan sebagai objek penelitian yaitu data geologi dan geokimia. Data geologi berupa laporan penyelidikan terdahulu dan peta geologi gunungapi. Kajian geologi ditekankan pada stratigrafi gunungapi yang diinterpretasikan menjadi sejarah panas daerah penelitian. Data geokimia berupa data kimia manifestasi terdahulu panas bumi

digunakan untuk mendukung hasil interpretasi data geologi Gunungapi Talang.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sejarah Vulkanisme dan Sejarah Panas

Mengacu pada peta Geologi Gunungapi Talang (Munandar, *et al.*, 2000) urutan stratigrafi dari tua ke muda yaitu; Anggota Batusabak dan Serpih Formasi Tuhur (TRts), Batuan Intrusi Mikro-diorit (Md), Batuan Vulkanik Yang takterpisahkan (Qtau), Gumuk Danau Di Bawah, Gumuk Bakar, Gumuk Danau Talang, Gumuk Talang, Gumuk Batino dan Gumuk Jantan.

Berdasarkan vulkanostratigrafi dapat mengidentifikasi sumber erupsi berupa kawah dan kaldera pada Gunungapi Talang. Perpindahan atau perubahan pusat erupsi di Gunungapi Talang dalam ruang dan waktu geologi menggambarkan Pola Migrasi dan suplai magma dari dapur magma dengan dimensi yang cukup besar serta gambaran sejarah panas (*thermal history*) sebagai indikasi awal kemungkinan sumber panas (*heat source*) dalam sistem panas bumi hidrotermal yang berasosiasi dengan gunungapi.

Fase Vulkanisme Gunung Talang dibagi menjadi tiga periode dari tua ke muda yaitu, Pra Talang, Talang Tua, dan Talang Muda.

Periode Pra-Talang, Danau Di Bawah diinterpretasikan sebagai fase awal vulkanisme di Gunung Talang membentuk sebuah danau besar akibat letusan gunungapi. Fase vulkanisme selanjutnya pada Pra-Talang adalah Bakar dengan sumber erupsi yang teridentifikasi berupa Kawah dari Bakar. Perpindahan erupsi selanjutnya diinterpretasikan berpindah ke Danau Talang. Selain membentuk Danau Talang yang lebih kecil dari Danau Di Bawah dilihat dari stratigrafi gunungapi serta litologi yang menyusul di sekitar Danau Talang.

Memasuki periode Talang Tua, Talang diinterpretasikan sebagai fase vulkanisme selanjutnya. Terlihat dari pembentukan Kaldera Bukit Gadang yang masih terlihat sisa-sisa dari Kaldera walaupun sebagian sudah tertutup endapan lain.

Memasuki periode Talang muda terjadi letusan dari Batino. Letusan Batino tersebut membentuk kubah lava. Sumber erupsi Gumuk Jantan sebagai fase vulkanisme termuda yang termasuk periode Talang Muda di Gunung Talang ditandai dengan keberadaan beberapa kawah dekat puncak Gunung Talang. Selain itu juga ditandai dengan adanya bekas-bekas kaldera yang sudah terpendam.

Gambaran sejarah panas yang terjadi pada Gunung Talang selama Fase Vulkanisme memperlihatkan bahwa sumber panas berpindah dimulai dari tua ke muda Danau Di Bawah, Bakar, Danau Talang, Batino dan Jantan (Gambar 4.1).

Sumber panas yang termuda, yaitu Jantan, diinterpretasikan yang paling aktif karena pusat erupsi terakhir yang membentuk kawah-kawah kecil (Gambar 4.2).

Analisis Komposisi Kimia Air

Pengambilan sampel data air di lapangan dilakukan pada tujuh lokasi yaitu Mata Air Panas Gabuo Atas 1, Mata Air Panas Gabuo Atas 2, Mata Air Panas Bawah Betung, Mata Air Panas Batu Bajanjang, Air Dingin Danau Diatas, Air Dingin Danau Talang, dan Air Dingin Danau Dibawah (Tabel 4.1). Selanjutnya Mata Air Panas disingkat menjadi MAP dan Air Dingin disingkat menjadi AD.

Hasil analisis komposisi kimia air (Tabel 4.2), terlihat bahwa komposisi kimia mata air panas pada kandungan kimia kation Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} lebih tinggi dari komposisi kimia air dingin. Hal tersebut menunjukkan terdapat interaksi pada fluida air panas dengan batuan.

Pada mata air panas cenderung memiliki komponen anion SO_4^{2-} yang lebih besar dari air dingin. Hal ini menunjukkan bahwa air panas mengalami

peningkatan oksidasi dari kandungan H₂S dan SO₂ terlarut dari aktivitas vulkanik atau magmatik.

MAP Bawah Betung dan MAP Batu Bajanjang yang bersifat netral tampak kandungan besi sangat kecil tetapi kandungan HCO₃⁻ sangat tinggi. Pada anion HCO₃⁻ menunjukkan bahwa MAP Gabuo Atas 1 dan MAP Gabuo

Atas 2 tidak memiliki anion HCO₃⁻. Kandungan anion HCO₃⁻ MAP tersebut lebih rendah dari air dingin hal ini menunjukkan bahwa MAP Gabuo Atas 1 dan MAP Gabuo Atas 2 diinterpretasikan bergerak langsung dari reservoir sehingga memungkinkan sedikit reaksi fluida dengan batuan.

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Sampel Data Air (Sitinjau, *et al.*, 2006)

No	Lokasi Sampling	Posisi Geografi	Warna Air	Bau	Rasa	pH	Temperatur (°C)	
							Air	Udara
1	MAP Gabuo Atas 1 (1920 mdpl)	S 00 57' 57.6" E 100 41' 21.1"	Putih Keruh	Bau H2S	Asam	1,98	73,20	26,00
2	MAP Gabuo Atas 2 (1920 mdpl)	S 00 57' 57.6" E 100 41' 21.1"	Putih Keruh	Bau H2S	Asam	2,33	90,00	26,00
3	MAP Bawah Betung (1640 mdpl)	S 00 57' 53.5" E 100 41' 56.6"	Jernih	Tidak Berbau	Tidak Berasa	5,85	49,10	26,00
4	MAP Batu Bajanjang (1430 mdpl)	S 00 57' 01.7" E 100 41' 58"	Jernih	Tidak Berbau	Tidak Berasa	6,37	59,30	28,00
5	AD Danau Diatas (1580 mdpl)	S 01 03' 24.3" E 100 44' 20.1"	Jernih	Tidak Berbau	Tidak Berasa	8,42	21,80	24,00
6	AD Danau Talang (1710 mdpl)	S 01 01' 02.2" E 100 42' 29.8"	Jernih	Tidak Berbau	Tidak Berasa	7,94	22,00	24,00
7	AD Danau Dibawah (1530 mdpl)	S 00 59' 04.6" E 100 43' 11.6"	Jernih	Tidak Berbau	Tidak Berasa	7,04	21,00	29,00

Tabel 4.2 Analisis Komposisi Kimia Air (Sitinjau, *et al.*, 2006)

Parameter	Satuan	Mata air panas				Air Dingin		
		Gabuo Atas 1	Gabuo Atas 2	Bawah Betung	Batu Bajanjang	Danau Diatas	Danau Talang	Danau Dibawah
pH		1,98	2,33	5,85	6,37	8,42	7,94	7,04
konduktivitas	mhos/cm	6290,00	4040,00	994,00	503,00	101,70	34,00	93,20
Na ⁺	ppm	69,80	87,25	79,90	56,02	3,67	3,67	12,86
K ⁺	ppm	4,90	11,50	15,50	15,00	0,55	1,20	2,10
Li ⁺	ppm	0,47	1,25	1,50	1,45	0,06	0,12	0,21
Ca ⁺⁺	ppm	145,62	160,01	77,89	41,48	14,39	4,23	7,62
Mg ⁺⁺	ppm	24,89	42,67	32,00	12,19	4,57	2,54	4,06
Fe ⁺⁺⁺	ppm	104,8	92,94	0,49	0,10	0,20	0,00	0,78
As	ppm	0,05	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
NH ₃	ppm	0,34	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	ppm	0,00	0,00	215,67	198,64	68,11	39,73	70,94
Cl ⁻	ppm	11,20	130,24	59,52	15,91	11,79	8,25	10,02
SO ₄ ⁻	ppm	877,86	580	345,71	135,71	0,71	1,43	0,71
B	ppm	5,50	0,50	1,40	0,60	0,00	0,00	0,00
F	ppm	1,58	1,64	1,37	0,25	0,09	0,02	0,25
SiO ₂	ppm	189,52	189,29	79,52	90,24	6,67	10,00	10,00

MAP Bawah Betung kandungan SO₄²⁻ lebih tinggi dari air dingin tetapi

MAP Bawah Betung masih memiliki kandungan kation SO₄²⁻ yang lebih tinggi.

MAP Bawah Bajanjang memiliki HCO_3^- tertinggi merupakan air bikarbonat.

Pada anion Cl^- komposisi kandungannya rendah dan perbedaan signifikan ditunjukkan MAP Gabuo Atas 2 diindikasikan karena pengayaan klorida pada fluida panas bumi akibat reaksi pada suhu tinggi di reservoir.

Hal serupa ditunjukkan oleh kandungan kimia Li, dan B sebagai komponen minor secara umum komposisi kimia mata air panas lebih tinggi dari komposisi kimia air dingin. Hal tersebut menunjukkan peningkatan konsentrasi unsur-unsur konservatif dalam air panas mengindikasikan proses pelarutan unsur dari batuan yang dilalui oleh batuan tersebut.

Kandungan Fe tinggi diperlihatkan MAP Gabuo Atas 1 dan MAP Gabuo Atas 2 diakibatkan seiring meningkatnya keasaman fluida (Nicholson,1993) dan diduga akibat proses leaching oleh fluida yang bersifat asam di permukaan.

Kandungan kimia SiO_2 (Silika) mata air panas lebih tinggi daripada air dingin. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan SiO_2 fluida diperkirakan air tersebut berasal langsung dari reservoir.

Tipe Fluida

Air Sulfat

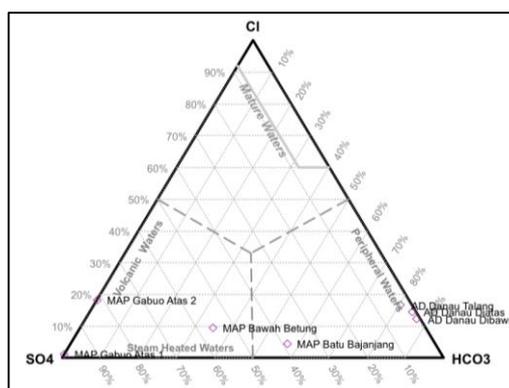
Air sulfat terdapat pada manifestasi MAP Gabuo Atas 1, MAP Gabuo Atas 2, dan MAP Bawah Betung (Gambar 4.3).

MAP Gabuo Atas 1 dan MAP Gabuo Atas 2 merupakan air vulkanik (*volcanic waters*). Air vulkanik yang dihasilkan oleh aktivitas vulkanik atau magmatik yang banyak mengandung gas H_2S dan SO_2 terlarut dalam mata air panas tersebut dimana gas-gas itu akan teroksidasi menjadi asam sulfat (H_2SO_4). Kandungan asam sulfat yang menjadikan kedua mata air panas ini bersifat asam.

Konsentrasi SO_4 tinggi pada mata air panas mencirikan hasil dari kondensasi uap di permukaan atau yang biasa disebut dengan *steam heated water*.

Mata Air Panas Bawah Betung merupakan steam heated water pada daerah SO_4 . Data ini menunjukkan bahwa Mata Air Panas Bawah Betung merupakan *steamed heated water* sebagai air permukaan yang terpanaskan oleh gas magmatik di dalam sistem fluida hidrotermal. Masuknya gas H_2S dan SO_2 ke dalam Mata Air Panas Bawah Betung menyebabkan kandungan sulfat cukup tinggi dalam air panas ini.

Air sulfat (H_2SO_4) biasanya ditemukan pada batas daerah dan berjarak tidak jauh dari area upflow. Maka dari hasil data tersebut disimpulkan bahwa MAP Gabuo Atas 1, MAP Gabuo Atas 2, dan MAP Bawah Betung sebagai indikasi zona utama sistem panas bumi *upflow* (Gambar 4.2).



Gambar 4.3 Diagram Segitiga $\text{Cl}-\text{SO}_4-\text{HCO}_3$ (Giggenbach, 1988)

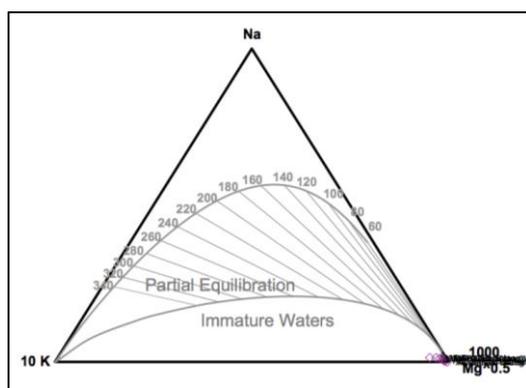
Air Bikarbonat

Air bikarbonat terdapat pada manifestasi MAP Batu Bajanjang (Gambar 4.3). MAP Batu Bajanjang merupakan tipe fluida bikarbonat yang diduga sebagai fluida panas bumi yang telah mengalami pencampuran dan pendinginan dengan air permukaan. Masuknya gas magmatik CO_2 dari Gunungapi Talang ke dalam MAP Batu Bajanjang membuat kandungan bikarbonatnya menjadi cukup tinggi.

Keseimbangan Fluida

Hasil analisis diagram segitiga Na-K-Mg menunjukkan bahwa semua mata air panas dan air dingin berkumpul

pada daerah kation Mg (Gambar 4.4). Hal ini menunjukkan bahwa mata air ini bersifat immature water sebagai indikasi fluida panas bumi yang telah mengalami proses pencucian, pengenceran, dan pendinginan karena interaksi dengan air meteorik selama perjalanannya dari reservoir panas bumi hingga ke permukaan. Sehingga bila digunakan untuk menghitung temperatur bawah permukaan hasilnya akan kurang akurat.



Gambar 4.4 Diagram Segitiga Na-K-Mg (Giggenbach, 1988)

5. KESIMPULAN

Sejarah vulkanisme Gunung Talang dibagi menjadi tiga periode dari tua ke muda yaitu, Pra-Talang, Talang Tua, dan Talang Muda. Pada periode Pra-Talang yaitu Danau Di Bawah, Bakar dan Danau Talang. Periode Talang Tua yaitu Talang. Periode Talang Muda yaitu Batino dan Jantan. Sejarah Panas Gunungapi Talang dari tua ke muda yaitu Danau Di Bawah, Bakar, Danau Talang, Batino, dan Jantan.

Sumber Panas terletak pada Gumuk Jantan yang diinterpretasikan sebagai sumber panas paling aktif karena pusat erupsi terakhir yang membentuk kawah-kawah kecil, serta hal ini didukung juga oleh data kimia manifestasi panas bumi mata air panas. MAP Gabuo Atas 1, MAP Gabuo Atas 2, dan MAP Bawah Betung yang terletak pada daerah Gumuk Jantan merupakan tipe air sulfat yang diinterpretasikan sebagai zona *upflow*.

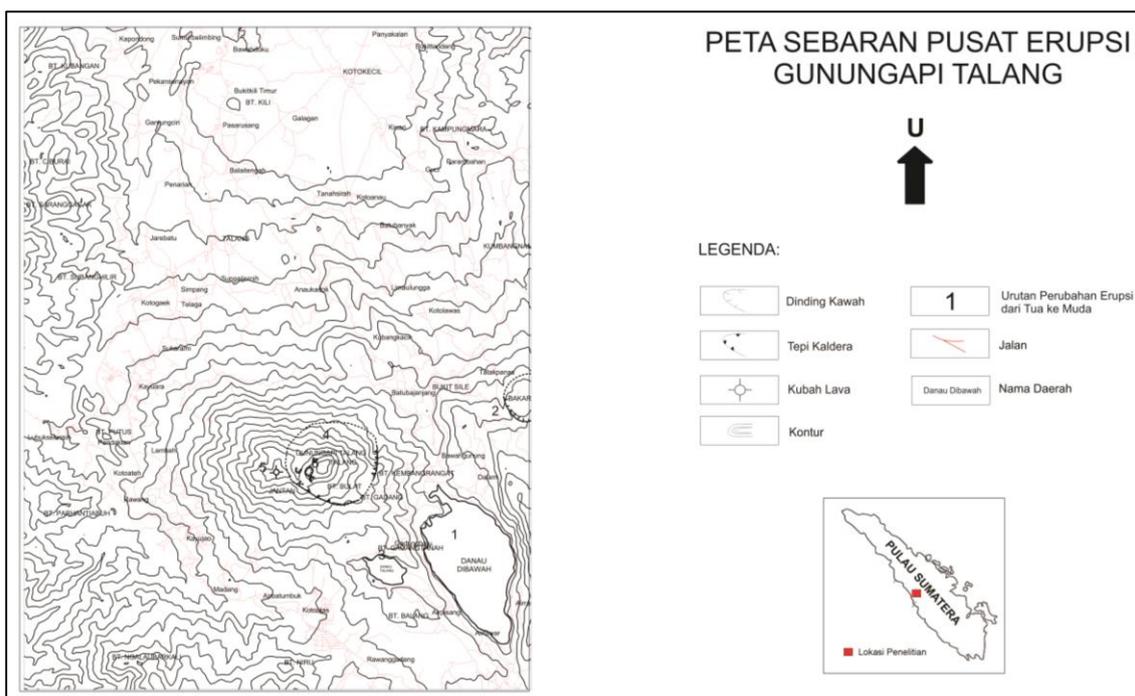
UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) yang telah memberikan izin untuk menggunakan data penelitian.

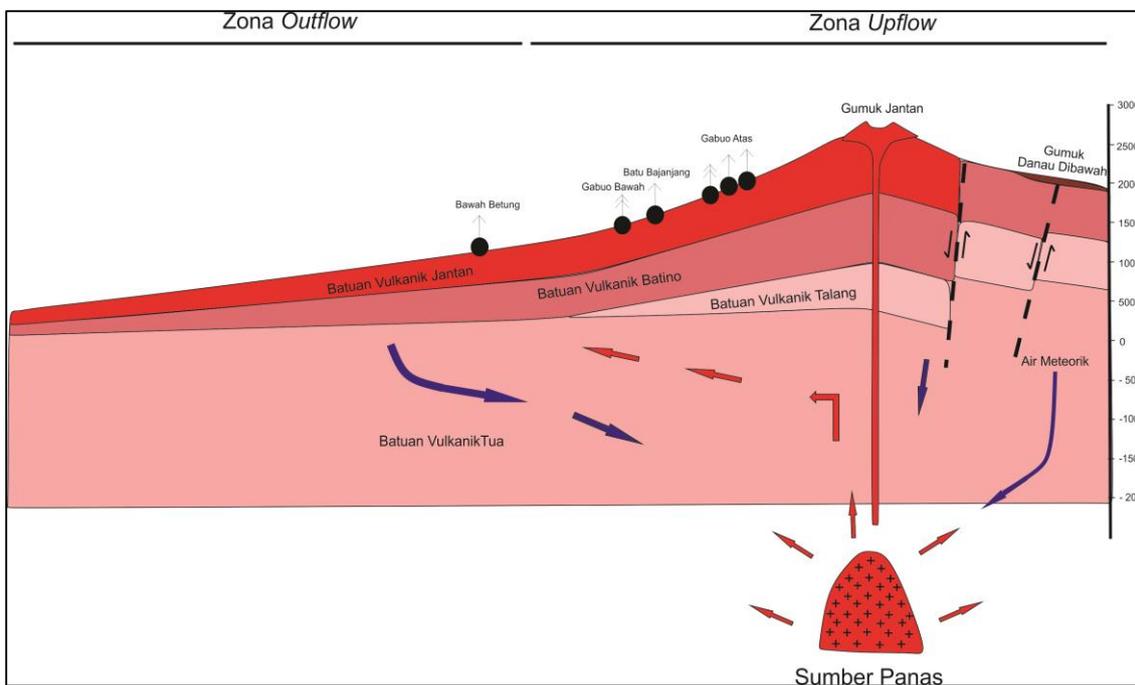
DAFTAR PUSTAKA

- Cas, R.A.F. and Wright, J.V. 1987. *Volcanic Successions: Modern and Ancient*. Boston: Allen & Unwin
- Giggenbach, W.F. 1988. *Geothermal Solute Equilibria Deviation of Na - K - Mg - Ca Geo Indicators*. *Geochemica Acta* 52, 2749 - 2765.
- Goff, F. dan Janik, C.J. 2000. *Geothermal Systems*. In *Encyclopedia of Volcanoes*. Academic Press, San Diego
- Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2017. *Potensi Panas Bumi Indonesia Jilid 1*. Direktorat Panas Bumi, Direktorat Jenderal EBTKE
- Munandar, A. et al. 2000. *Peta Geologi Gunungapi Talang, Sumatera Barat*. Bandung: Direktorat Vulkanologi
- Nicholson, Keith. 1993. *Geothermal Fluids, Chemistry & Exploration Technique*. Published by Springer Verlag, Inc. Berlin.
- Sitinjak, Pretina. et al. 2006. *Laporan Penyelidikan Sifat Kimia Air/Gas Gunungapi G. Talang, Sumatera Barat*. Bandung: Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi
- Wohletz K. and Heiken G., 1992. *Volcanology and Geothermal Energy*. University of California

Press Oxford, Los Angeles,
England.



Gambar 4.1 Peta Sebaran Pusat Erupsi Gunungapi Talang



Gambar 4.2 Sumber Panas Gunungapi Talang