

BAB V

ANALISIS POLA SEBARAN MANIFESTASI PANAS BUMI

5.1 Manifestasi Panas Bumi

Manifestasi panas bumi sebagai indikasi keberadaan adanya sistem panasbumi yang terdiri dari beberapa komponen yaitu seperti sumber panas, zona reservoir, fluida panas bumi serta lapisan penudung dengan ditandai oleh gejala-gejala yang ada dipermukaan. Komponen dan gejala-gejala keberadaan manifestasi panas bumi tersebut dapat diketahui melalui tahapan pemetaan geologi secara langsung dengan memperhatikan aspek-aspek geologi dan pengambilan data manifestasi meliputi suhu udara sekitar manifestasi, suhu fluida panas bumi, pengukuran pH, pengukuran TDS dan DHL, hingga debit fluida. Selain itu, untuk mendapatkan hasil yang lebih detail meliputi kandungan suhu permukaan dan tipe fluida maka dilakukan analisis geokimia fluida, lalu melakukan analisis petrografi guna mengetahui mineral batuan secara mikroskopis. Semua ini dilakukan sebagai salah satu langkah awal untuk memahami pemanfaatan energi panas bumi yang sangat potensial baik secara langsung bahkan tidak langsung

Manifestasi panas bumi yang ditemukan pada daerah penelitian yaitu di Desa Talang Kemuning, Kecamatan Bukit Kerman, Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi meliputi mata air panas atau *hot spring*, *Geyser*, tanah beruap. Manifestasi air panas ditemukan di bagian Gunung Kunyit dan disungai dengan morfologi perbukitan vulkanik yang didominasi oleh satuan batuan breksi andesit dari formasi Batuan Gunung Api Andesit Qv(k). Manifestasi silika sinter hadir terendapkan disekitar manifestasi mata air karena dibawa oleh fluida hidrotermal. Manifestasi batuan alterasi ditemukan tidak jauh dari keberadaan mata air panas sebagai asosiasi atas keberadaan fluida panas bumi sehingga menyebabkan batuan tersebut berubah komposisi mineralnya. Semua manifestasi panas bumi yang ditemukan pada daerah penelitian tidak terlepas dari adanya jalur sesar sebagai komponen dari zona reservoir. Adapun komponen sumber panas dari manifestasi panas bumi yang ada pada daerah penelitian diindikasikan berasal dari aktivitas vulkanik karena struktur utama melewati zona pada busur gunung api. Data manifestasi permukaan dapat dilihat pada **Tabel 7**.

5.1.1 Mata Air Panas (*Hot Spring*)

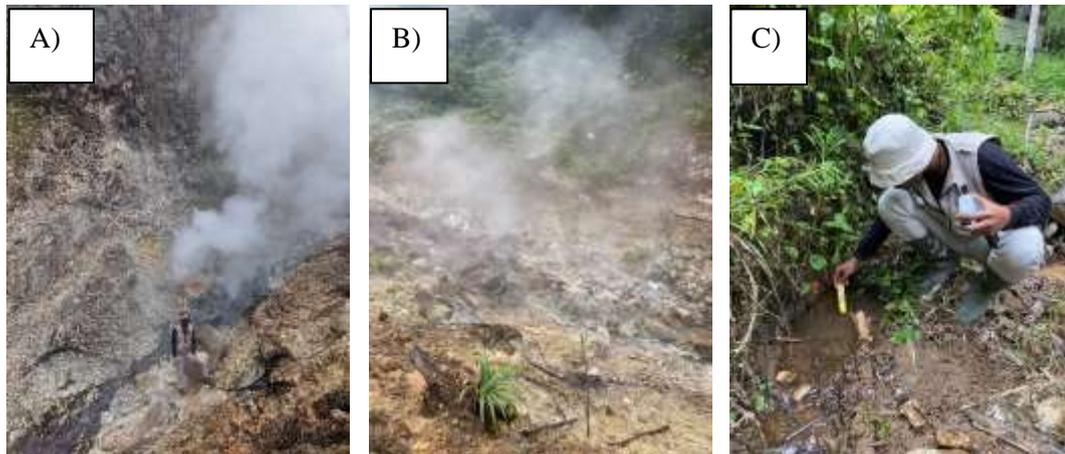
Keterdapatan manifestasi berupa mata air panas (*Hotspring*) pada lokasi penelitian ditemukan sebanyak tiga titik pada Desa Talang Kemuning dengan satuan batuan Breksi Andesit Formasi Batuan Gunung Api Andesit Qv(k) yang keluar melalui ruang antar batuan. Manifestasi ini dilakukan pengukuran karakteristik fisik berupa suhu permukaan, suhu air panas bumi, warna, bau, nilai pH, DHL dan TDS. Nilai Daya Hantar Listrik (DHL) digunakan untuk mengetahui kemampuan fluida untuk menghantarkan listrik, konduktivitas larutan sangat bergantung pada konsentrasi ion dan suhu. Nilai DHL dibawah 45000 $\mu\text{m}/\text{cm}$ diartikan sebagai jenis air bawah tanah. Sedangkan nilai *Total Dissolved Solid* (TDS) digunakan sebagai indikator untuk mengukur jumlah padatan partikel terlarut dalam air. Manifestasi mata air panas dapat dilihat pada (Gambar 26).

Lokasi Mata Air Panas 1. Manifestasi mata air panas yaitu berada di LP 9 ditemukan sebanyak tiga titik. Titik pertama dengan suhu air rata-rata 50,3°C dan suhu udara rata-rata 26°C yang memiliki karakteristik fisik warna jernih dengan sedikit kotoran berwarna hitam, berbau sulfur dengan nilai pH rata-rata 8,5 yang tergolong basa, nilai rata-rata TDS/DHL 960 (ppm)/1920 ($\mu\text{m}/\text{cm}$) dan debit 0.85 liter/detik. Titik kedua dengan suhu air rata-rata 53°C dan suhu udara rata-rata 27°C yang memiliki karakteristik fisik warna jernih dengan sedikit kotoran berwarna hitam, berbau sulfur dengan nilai pH 9,38 yang tergolong basa, nilai rata-rata TDS/DHL 807 (ppm)/1614 $\mu\text{m}/\text{cm}$ dan debit 0,60 liter/detik. Titik ketiga dengan suhu air rata-rata 49,3°C dan suhu udara rata-rata 28°C yang memiliki karakteristik fisik warna jernih dengan sedikit kotoran berwarna hitam, berbau sulfur dengan nilai pH rata-rata 9,03 yang tergolong basa, nilai rata-rata TDS/DHL 946 (ppm)/1892 $\mu\text{m}/\text{cm}$ dan debit air 0,90 liter/detik.

Lokasi Mata Air Panas 2. Manifestasi mata air panas yaitu berada di LP 12 ditemukan sebanyak tiga titik. Titik pertama dengan suhu air rata-rata 56,3°C dan suhu udara rata-rata 26°C yang memiliki karakteristik fisik warna jernih, berbau sulfur dengan nilai pH rata-rata 1,87 yang tergolong asam, nilai rata-rata TDS/DHL 5846 (ppm)/1122 $\mu\text{m}/\text{cm}$ dan debit 0,10 liter/detik. Titik kedua dengan suhu air rata-rata 46,4°C dan suhu udara 27°C yang memiliki karakteristik fisik warna jernih, berbau sulfur dengan nilai pH 2,68 yang tergolong asam, nilai rata-rata TDS/DHL

6336 (ppm)/1329 $\mu\text{m}/\text{cm}$ dan debit 0,35 liter/detik. Titik ketiga dengan suhu air 46,8°C dan suhu udara 30°C yang memiliki karakteristik fisik warna jernih, berbau sulfur dengan nilai pH 1,91 yang tergolong asam, nilai rata-rata TDS/DHL 6636 (ppm)/1265 $\mu\text{m}/\text{cm}$ dan debit 0,60 liter/detik.

Lokasi Mata Air Panas 3. Manifestasi mata air panas yaitu berada di LP 24 ditemukan sebanyak 2 titik. Titik pertama dengan suhu air 40,9°C dan suhu udara 27°C yang memiliki karakteristik fisik berwarna jernih, rasa tawar, berbau sulfur dengan nilai pH 8,25 yang tergolong basa, nilai rata-rata TDS/DHL 367 (ppm)/ 698 $\mu\text{m}/\text{cm}$ dan debit 0,15 liter/detik. Titik kedua dengan suhu air 39,7°C dengan suhu udara 28°C yang memiliki karakteristik fisik berwarna jernih, rasa tawar, berbau sulfur dengan nilai pH 8,32 yang tergolong basa, nilai rata-rata TDS/DHL 702 (ppm)/726 $\mu\text{m}/\text{cm}$ dengan debit 0,20 liter/detik.



Gambar 35. Manifestasi Mata Air Panas (A) LP-A1, (B) LP-A2, (C) LP-A3.

5.1.2 Geysir

Keterdapatannya manifestasi berupa geysir (*Geysir*) pada lokasi penelitian hanya ditemukan pada satu titik saja (Gambar 36). *Geysir* merupakan manifestasi berupa semburan air panas yang tidak terjadi secara terus-menerus atau padaselang waktu tertentu dengan ketinggian air dan waktu penyemburan air yang beragam. Proses pembentukan *Geysir* tidak jauh berbeda dengan proses pembentukan mata air panas (*Hotspring*) yaitu air tanah atau air hujan yang masuk ke dalam permukaan kemudian kontak dengan sumber panas sehingga terjadi perpindahan panas yang menyebabkan suhu air tersebut meningkat hingga mencapai titik didihnya, uap air yang tertahan selama proses pemanasan akan menghasilkan tekanan yang cukup besar sehingga mampu mendorong air naik ke permukaan melalui celah atau

rekahan dan membentuk semburan, ketinggian dari semburan dipengaruhi oleh besar tekanan, semakin besar tekanan maka semakin tinggi pula semburan airnya.



Gambar 36. Kenampakan Manifestasi Geiser pada lokasi penelitian

Keterdapatannya Geiser (*Geyser*) pada lokasi penelitian memiliki periode waktu semburan 10 detik sekali dengan tinggi semburan sekitar 25 cm dan menyembur selama kurang lebih 4 detik, warna air pada manifestasi ini sedikit keruh dengan mengeluarkan bau belerang pekat, dimensi ini berkisar 1,5 x 2 meter dengan debit 3 liter/detik. Berdasarkan hasil pengambilan data lapangan suhu terukur pada manifestasi ini adalah 53°C dengan suhu udara 26°C, hasil pengukuran pH adalah 8,5 yang masuk ke dalam kategori basa, konsentrasi *Total Dissolve Solid* (TDS) dalam satuan ppm memiliki nilai yang rendah yaitu 960 ppm, rendahnya konsentrasi TDS mengindikasikan bahwa Geiser (*Geyser*) tersebut tidak terlalu banyak mengandung senyawa-senyawa organik dan anorganik yang terlarut di dalamnya, senyawa tersebut dapat berupa mineral yang memiliki unsur anion dan kation seperti klorida, sulfat, karbonat dan lain sebagainya. Kecilnya nilai atau konsentrasi dari TDS berbanding lurus dengan besar nilai dari Daya Hantar Listrik (DHL), hal ini dikarenakan semakin besar nilai konsentrasi senyawa tersebut larut maka kandungan mineralnya akan semakin tinggi begitupun sebaliknya, sehingga mineral mengandung kation dan anion tersebut mampu menghantarkan arus listrik, berdasarkan hasil pengukuran di lapangan nilai Daya Hantar Listrik (DHL) pada Geiser (*Geyser*) adalah 1920 $\mu\text{m}/\text{cm}$.

5.1.1 Tanah Beruap (*Steaming Ground*)

Keterdapatannya manifestasi tanah beruap (*Steaming Ground*) pada lokasi penelitian hanya ditemukan pada satu titik saja **Gambar 37**.



Gambar 37. Kenampakan Manifestasi Tanah Beruap (*Steaming Ground*) pada lokasi penelitian.

Tanah beruap (*Steaming Ground*) merupakan manifestasi yang terbentuk akibat proses perpindahan panas yang terjadi secara konduksi (melalui batuan), uap yang keluar melalui pori tanah tidak mengeluarkan bunyi, hal ini sebagai penanda bahwa tekanan dan kecepatan keluarnya uap pada manifestasi ini relatif rendah, sehingga kenampakannya dipermukaan hanya berupa uap putih yang hangat. Suhu udara disekitar manifestasi ini adalah 31°C.

Tabel 7. Karakteristik Fisik Manifestasi Panas Bumi

No	Kode Lokasi	Koordinat		T (°C) Air	T (°C) Udara	pH	TDS (ppm) dan DHL ($\mu\text{m}/\text{cm}$)	Tipe Manifestasi	Litologi
		mT	mU						
1.	A1	776989	9749488	50,3°C	26°C	8,5	960 dan 1920	Mata Air Panas (<i>Hotspring</i>)	Breksi Andesit
2.	A2	776995	9749510	49,3°C	27°C	9,03	946 dan 1892	Mata Air Panas (<i>Hotspring</i>)	Breksi Andesit
3.	A3	776968	9749499	54°C	28°C	9,38	807 dan 1614	Geiser (<i>Geyser</i>)	Breksi Andesit
4.	A4	776974	9749503	56,3°C	26°C	2,1	5846 dan 1122	Mata Air Panas (<i>Hotspring</i>)	Breksi Andesit
5.	A5	776993	9749516	46,4°C	27°C	2,68	6336 dan 1329	Mata Air Panas (<i>Hotspring</i>)	Breksi Andesit
6.	A6	779944	9749682	40,9°C	26°C	8,21	367 dan 698	Mata Air Panas (<i>Hotspring</i>)	Breksi Andesit
7.	A7	776644	9748853	-	31°C	-	-	Tanah Beruap (<i>Steamingground</i>)	Breksi Andesit

5.2 Geokimia Fluida Panas Bumi

Geokimia fluida panas bumi pada daerah penelitian diketahui berdasarkan hasil unsur bermuatan netral, kation dan anion (Tabel 9). Kation dan anion merupakan unsur yang dapat menghantarkan arus listrik, sehingga semakin tinggi pula persentase nilai kation dan anion semakin tinggi pula kemampuannya dalam menghantarkan arus listrik begitupun sebaliknya, selain itu persentase masing-masing kandungan unsur kation dan anion juga dapat digunakan didalam menentukan karakteristik, asal dan tingkat kesetimbangan fluida panas bumi serta dapat digunakan dalam memperkirakan suhu reservoir (Geothermometer) dengan bantuan unsur yang bermuatan netral.

Tabel 9. Hasil analisis unsur Kation dan Anion

Kode Sampel	Metode	Parameter	Konsentrasi
	AAS	Ca ²⁺	118,08 mg/L
	AAS	Mg ²⁺	45, 10 mg/L
	AAS	K ⁺	13, 42 mg/L
	AAS	Na ⁺	43,78 mg/L
	AAS	Li ⁺	0,01 mg/L
	Gravimetri	TDS	960 mg/L
	pH Meter	pH	8,5
LP-09	DHL Meter	DHL/EC	1920 µS/cm
	Ion Chromatografi	B	n.d
	Ion Chromatografi	NH ₄ ⁺	0,01 mg/L
	Ion Chromatografi	F ⁻	3,97 mg/L
	Ion Chromatografi	Cl ⁻	6, 37 mg/L
	Ion Chromatografi	SO ₄ ²⁻	107, 73 mg/L
	Ion Chromatografi	HCO ₃ ⁻	114, 10 mg/L

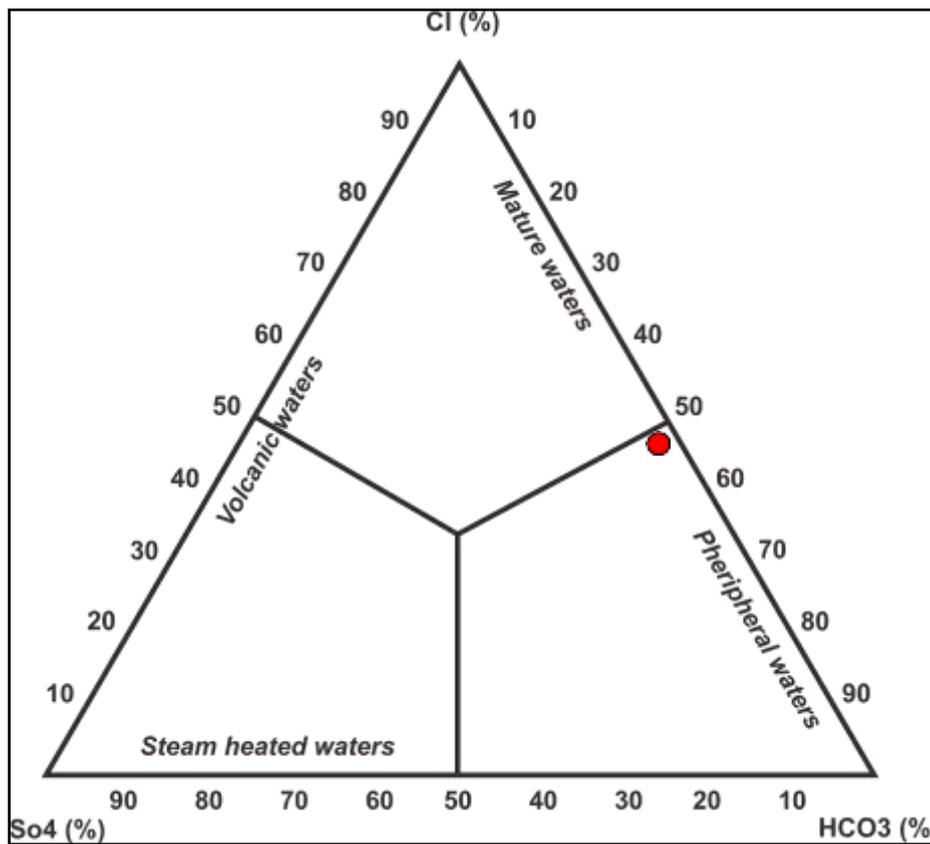
Diagram Cl-SO₄-HCO₃

Karakteristik fluida panas bumi ditemukan berdasarkan nilai atau konsentrasi dari kandungan klorida (Cl), bikarbonat (HCO₃) dan sulfat (SO₄) yang telah diolah kedalam bentuk presentase (Tabel 10) dan di plotting pada diagram *ternary* Cl-SO₄-HCO₃ (Gambar 38). Perhitungan manual dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

Tabel 10. Nilai ppm dan persentase senyawa Cl-SO₄-HCO₃ pada sampel fluida panas bumi di lokasi penelitian.

Kode Sampel	Konsentrasi ppm (mg/L)		
	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻
LP-09	6,47	107,3	114,10
	Persentase (%)		
	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻
	2,80	47,11	50,10

Berdasarkan hasil plotting kandungan Cl, SO₄ dan HCO₃ dapat diketahuibahwa fluida panas bumi daerah penelitian masuk kedalam tipe Bikarbonat karena memiliki kandungan HCO₃ yang tinggi dan pada kondisi *peripheral waters*, hal ini menandakan bahwa fluida panas bumi berasal langsung pada reservoir.



Gambar 38. Hasil Ploting Kandungan Senyawa Cl-SO₄-HCO₃ pada sampel fluida panas bumi di lokasi penelitian.

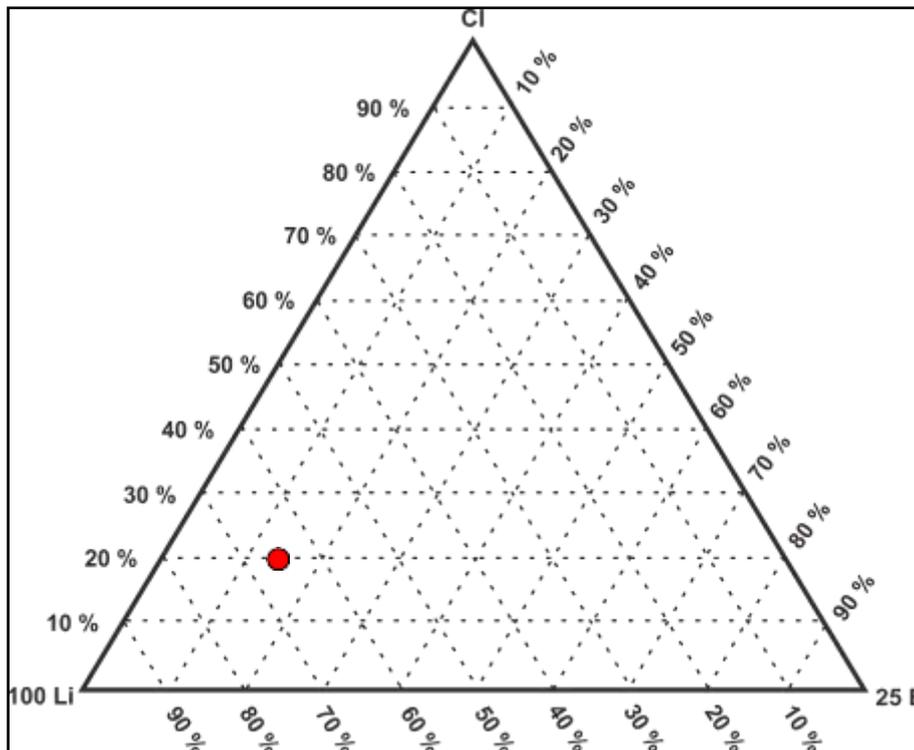
Diagram Cl-100Li-25B

Asal dan pengeceran fluida dapat diketahui berdasarkan nilai atau konsentrasi dari kandungan Cl, Li dan B yang telah diolah kedalam bentuk persentase **Tabel 11** dan di plotting pada diagram *ternary* Cl-100Li-25B **Gambar 39**. Perhitungan manual dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

Tabel 11. Nilai ppm dan persentase senyawa Cl-Li-B pada sampel fluida panas bumi di lokasi penelitian

Kode Sampel	Konsentrasi ppm (mg/L)		
	Cl ⁻	Li ⁺	B
LP-09	6,37	0,1	n.d
Persentase (%)			
	Cl ⁻	100Li ⁺	25B
	19,68	3,09	77,24

Berdasarkan hasil plotting kandungan Cl, Li dan B dapat dilakukan bahwa fluida panas bumi pada daerah penelitian mengandung Cl dan B dengan nilai yang relatif hampir sama dan lebih tinggi jika dibandingkan dengan kandungan Li.



Gambar 39. Hasil Plotting Kandungan Senyawa Cl-100Li-25B pada sampel fluida panas bumi di lokasi penelitian.

Kandungan Cl yang tinggi menandakan bahwa sumber airnya berasal dari reservoir sedangkan kandungan B yang tinggi menandakan selama proses menuju permukaan telah terjadi pengenceran oleh batuan yang dilewati aliran fluida panas bumi, rendahnya kandungan Li menandakan bahwa mata air panas ini tertransport jauh dari sumber panas.

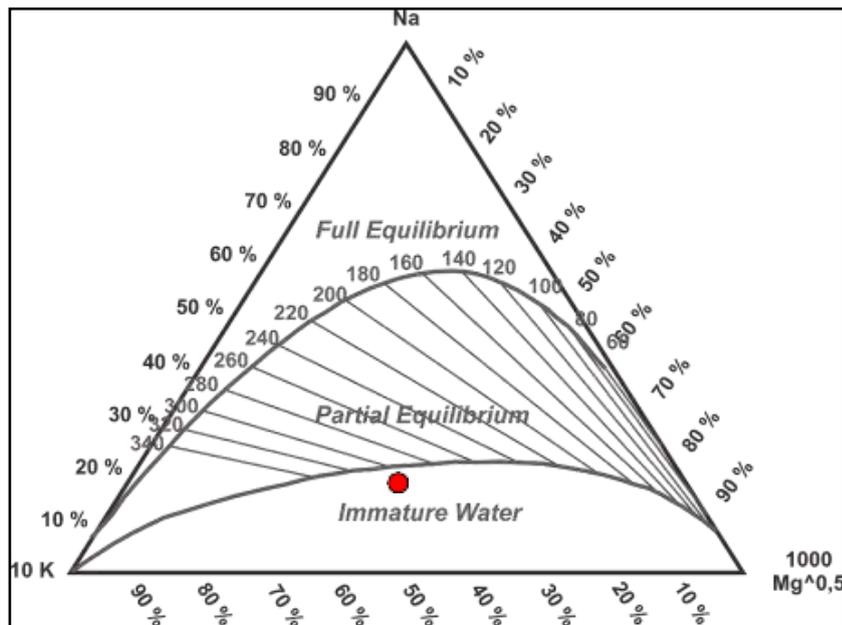
Diagram Na-10K-1000Mg^{0,5}

Kesetimbangan fluida panas bumi ditentukan berdasarkan nilai atau konsentrasi dari kandungan Na, K dan Mg yang telah diolah kedalam bentuk persentase **Tabel 12**. Perhitungan manual dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

Tabel 12. Nilai ppm dan persentase senyawa Na-K-Mg pada sampel fluida panas bumi di lokasi penelitian

Kode Sampel	Konsentrasi ppm (mg/L)		
	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺
LP-09	43,78	13,42	45,10
LP-09	Persentase (%)		
	Na ⁺	10K ⁺	1000Mg ²⁺
	11,22	34,38	54,41

Berdasarkan hasil plotting kandungan Na, K dan Mg dapat diketahui bahwa sampel fluida panas bumi berada pada kondisi *Immature Waters* dengan kandungan Mg yang relatif lebih dominan (Gambar 40).



Gambar 40. Hasil Plotong Kadungan Senyawa Na-10K-1000Mg Pada Sampel Fluida Panas Bumi dilokasi penelitian

Meskipun fluidanya bertipe bikarbonat dan merupakan air yang berasal dari reservoir, namun berada pada kondisi *Immature Waters* mengindikasikan bahwa fluida tersebut telah mengalami pelarutan mineral sebelum mencapai titik kesetimbangannya dan tingginya kandungan magnesium (Mg) menandakan bahwa fluida panas bumi telah mengalami interaksi dengan batuan yang dilewatinya dan terdilusi (pencampuran) dengan air permukaan.

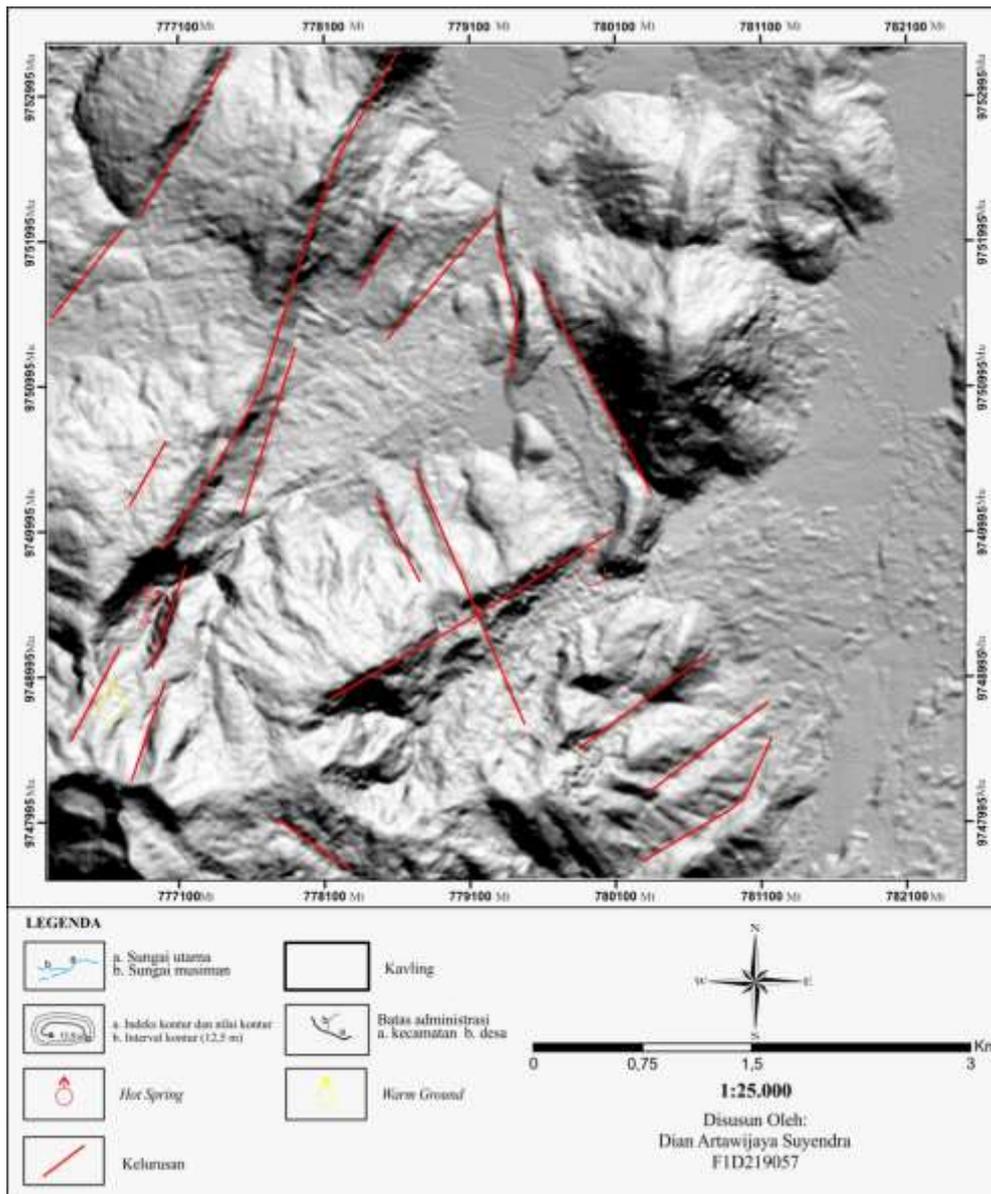
5.3 Hubungan Tatanan Geologi dan Geokimia Terhadap Sistem Panas Bumi

Berdasarkan hasil pemetaan geologi dan keterdapatan manifestasi panas bumi di permukaan dapat diketahui bahwa tatanan geologi pada lokasi penelitian secara fisografi dilewati oleh busur gunungapi yang mengindikasikan bahwa pada daerah tersebut dikontrol oleh aktivitas vulkanisme, hal ini juga dibuktikan dengan ditemukannya singkapan batuan yang merupakan hasil dari aktivitas vulkanik pada lokasi penelitian yaitu berupa lava andesit dan breksi andesit yang diinterpretasikan sebagai produk dari Gunung Kunyit yang merupakan bagian dari kompleks Gunung Api Kerinci, vulkanisme Gunung Kunyit diduga berkaitan dengan sumber panas dari sistem panas bumi pada lokasi penelitian. Selain itu tatanan geologi lokasi penelitian juga dipengaruhi oleh aktivitas tektonik hal ini dibuktikan dengan terdapatnya struktur geologi pada lokasi penelitian yaitu berupa sesar Sumatra dari segmen Sesar Dikit yang memfasilitasi fluida panas bumi naik kepermukaan.

Berada pada busur Gunung Api, mengindikasikan bahwa panas bumi daerah penelitian masuk kedalam sistem panas bumi berrelief tinggi, hal ini juga dibuktikan dari bentuk topografi pada lokasi penelitian dan daerah sekitarnya yang menunjukkan kenampakan yang curam, karena pengaruh dari topografi yang demikian maka keterdapatan fluida panas bumi dengan tipe bikarbonat karena kaya akan HCO_3 pada manifestasi panas bumi ini mengindikasikan lokasi penelitian ini memiliki pengaruh magmatic yang cukup kuat sehingga memiliki temperatur yang tinggi dan dianggap sebagai zona *upflow*.

Dilihat dari beberapa indikator zat-zat terlarut dalam fluida panas bumi, meskipun bertipe bikarbonat dan berada pada kondisi *Immature Waters* yang menandakan bahwa fluida berasal dari zona propiltik (reservoir), namun fluida telah tertransport jauh dari sumber yang dibuktikan dengan kandungan Li yang rendah dan telah mengalami pengenceran selama proses menuju permukaan yang dibuktikan dengan kandungan B yang tinggi serta diperkuat dengan tingginya kandungan Mg dan berada pada kondisi *Immature Waters* yang membuktikan bahwa telah terjadinya interaksi antara fluida

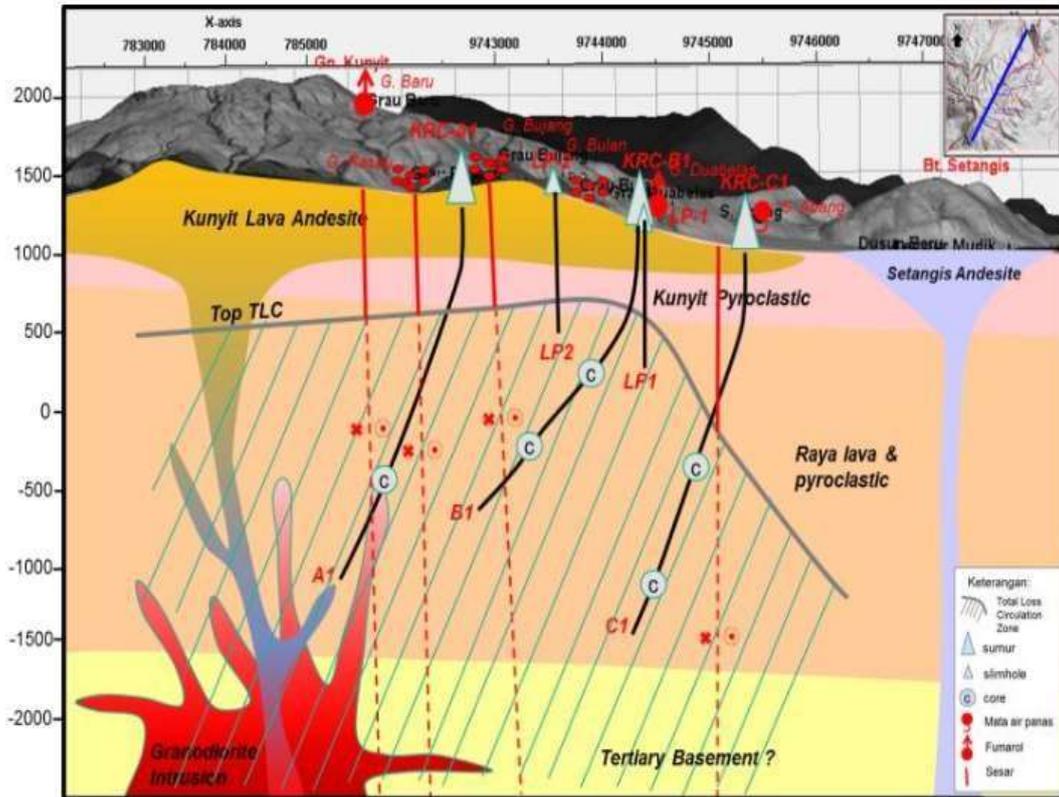
dengan batuan yang dilewatinya dan terjadi pengenceran dengan air permukaan.



Gambar 41. Peta Kelurusan Daerah Talang Kemuning

Hasil analisa dan interpretasi citra menunjukkan bahwa pola-pola kelurusan morfologi yang terdapat di daerah penelitian berdasarkan citra pada Gunung Kuyit dan sekitarnya memiliki kelurusan struktur berarah Timurlaut-Baratdaya dan Baratlaut-Tenggara sehingga pada zona lemah dari stuktur-struktur tersebut menghasilkan rekahan pada batuan yang mengakibatkan timbulnya manifestasi dipermukaan **Gambar 41.**

Berdasarkan model tentatif panas bumi yang mengacu pada tatanan geologi dan geokimia fluida panas bumi daerah penelitian, maka dapat diketahui bahwa sistem panas bumi daerah penelitian masuk kedalam klasifikasi sistem panas bumivulkaonotektonik dengan relief tinggi dan suhu tinggi **Gambar 42.**



Gambar 42. Model Konseptual Tentatif Sistem Panas Bumi Desa Talang Kemuningdan Sekitarnya (ESDM, 2017)

Pada gambar 42 menjelaskan bahwa *heat source* atau sumber panas berasal dari magma, kemudian terjadi perpindahan panas baik secara konduktif yaitu dari sumber panas ke batuan dasar atau batuan reservoir disekitarnya maupun secara konveksi yaitu kontak antara air dengan sumber panas, ketika suhu air mengalami peningkatan dan terjadi arus konveksi maka air yang suhu nya lebih tinggi akan bergerak keatas namun tidak sampai permukaan karena tertahan oleh lapisan penudung (*cap rock*) yang bersifat *impermeable*, ketika air tersebut tertahan dan menghasilkan tekanan yang cukup besar, pada kondisi yang demikian maka airakan mencari zona permeable atau rekahan untuk mencapai permukaan.