

## **Identifikasi prospek panas bumi berdasarkan *Fault and Fracture Density (FFD):* Studi kasus Gunung Patuha, Jawa Barat**

Cyrke A.N. Bujung<sup>1</sup>, Alamta Singarimbun<sup>2</sup>, Dicky Muslim<sup>3</sup>,  
Febri Hirnawan<sup>3</sup>, dan Adjat Sudradjat<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Manado - Jln. Kampus Unima, Tondano 95618

<sup>2</sup>KK Fisika Bumi FMIPA Institut Teknologi Bandung - Jln. Ganesha 10 Bandung

<sup>3</sup>Lab. Geoteknik FTG UNPAD - Jln. Raya Jatinangor KM 21 Sumedang 45363

<sup>4</sup>Lab. Geomorfologi dan Penginderaan Jauh FTG UNPAD - Jln. Raya Jatinangor KM 21 Sumedang 45363

### **SARI**

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi struktur permukaan daerah panas bumi berdasarkan densitas kelurusan, anomali magnetik, dan manifestasi panas bumi di permukaan. Struktur permukaan dianalisis melalui kerapatan *lineament* di permukaan dengan metode FFD. *Lineament* ini diasumsikan berasosiasi dengan *fracture* atau *fault* di daerah panas bumi yang umumnya tertutup oleh manifestasi permukaan sehingga sulit teridentifikasi. *Fault* dan *fracture* ini diasumsikan sebagai bidang lemah yang menjadi jalur pergerakan fluida termal sehingga dapat menjadi petunjuk bagi lokasi daerah permeabel atau *reservoir*. Berdasarkan metoda FFD yang dikompilasikan dengan data geomagnetik, diketahui bahwa daerah prospek panas bumi berada di daerah Cibuni, Kawah Putih-Kawah Ciwidey.

**Kata kunci:** struktur, *lineament*, FFD, Panas bumi

### **ABSTRACT**

*This research aims to identify the surface structures of geothermal area based on lineament density, magnetic anomaly and surface manifestation. The surface structures were analyzed through the density of lineaments on the surface with FFD method. The lineaments are assumed associated with fractures or faults found in geothermal areas those are generally covered by surface manifestation which are difficult to be identified. These faults and fractures were assumed as weak plane that act as fluid thermal movement, thereby it can be used as guidance for the location of permeable area or a reservoir. Based on FFD method which was compiled with magnetic data, it is known that the prospect of geothermal area is located at Cibuni, Kawah Putih-Kawah Ciwidey.*

**Keywords:** structure, *lineament*, FFD, Geothermal

---

Naskah diterima 30 Maret 2011, selesai direvisi 27 April 2011

Korespondensi, email: cyrkebujung@yahoo.com

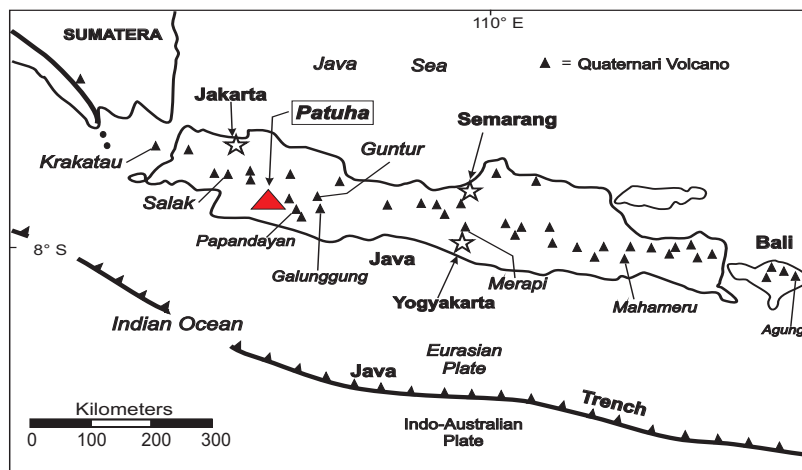
## PENDAHULUAN

Keterdapatannya *reservoir* panas bumi di bawah permukaan, tercermin di permukaan melalui kemunculan manifestasi panas bumi seperti mata air panas, kubangan lumpur panas, dan lain-lain. Daerah puncak *reservoir* dapat diketahui berdasarkan litologi, kemunculan mineral epidot, dan profil temperatur (Bujung, drr., 2010). Adanya manifestasi panas bumi di permukaan terjadi karena perambatan panas dari bawah permukaan atau akibat rekahan-rekahan yang memungkinkan fluida panas bumi (uap dan air panas) mengalir ke permukaan (Saptadji, 2003; Santoso, 2007). *Fault* dan *fracture* di permukaan diasumsikan sebagai bidang lemah yang menjadi jalur aliran fluida termal sehingga menjadi petunjuk lokasi zona *steam reservoir* atau *reservoir* (Suryantini dan Wibowo, 2010). Lokasi penelitian adalah daerah Panas Bumi Patuha Jawa Barat (Gambar 1, Layman, *et al.*, 2003), se-

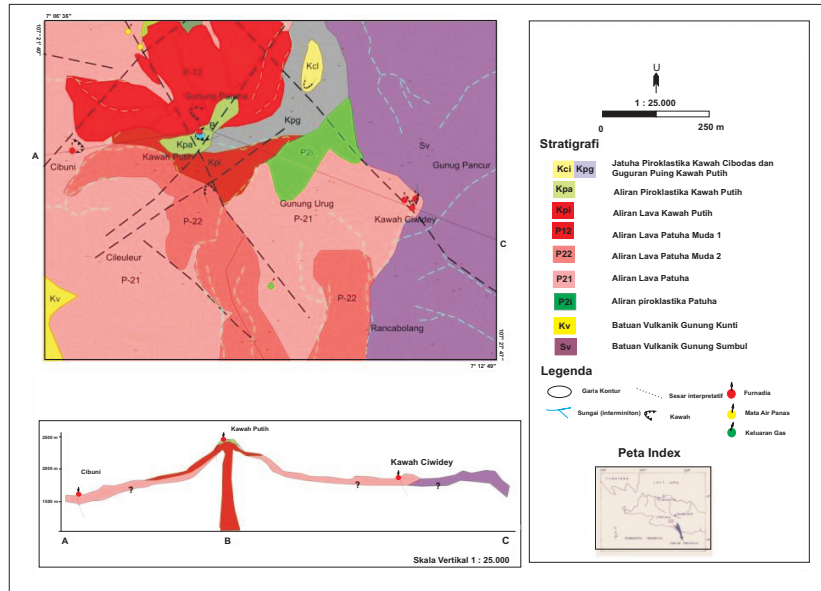
cara geografis berada pada koordinat  $7^{\circ}8'00''$ – $7^{\circ}12'00''$  LS dan  $107^{\circ}21'00''$ – $107^{\circ}27'00''$ , sekitar 45 km arah baratdaya Kota Bandung. Daerah Patuha berada pada pegunungan vulkanik yang berarah barat-laut, meliputi Patuha utara (2414 m), Patuha Selatan (2390 m), dan Urug (2201 m) seperti pada Gambar 2.

## TEORI DAN METODE PENELITIAN

Manifestasi panas bumi erat kaitannya dengan struktur berupa rekahan-rekahan batuan, sesar atau bidang kontak antar jenis batuan. Struktur adalah bidang lemah yang mengontrol kelurusan yang terlihat dari atas permukaan. Mempelajari pola sesar dan zona rekahan dapat memandu indikasi daerah produktif suatu *reservoir* panas bumi. Bidang sesar yang permeabel menjadi target dalam eksplorasi panas bumi. Fluida panas yang mengalir terutama melalui zona rekahan dan



Gambar 1 Lokasi daerah penelitian dan regional tektonik setting daerah Jawa Barat (Layman, *et al.*, 2003).



Gambar 2. Peta Geologi daerah Patuha dan sekitarnya, Jawa Barat, dengan sebaran manifestasinya (dimodifikasi dari Suswati, drr., 2000).

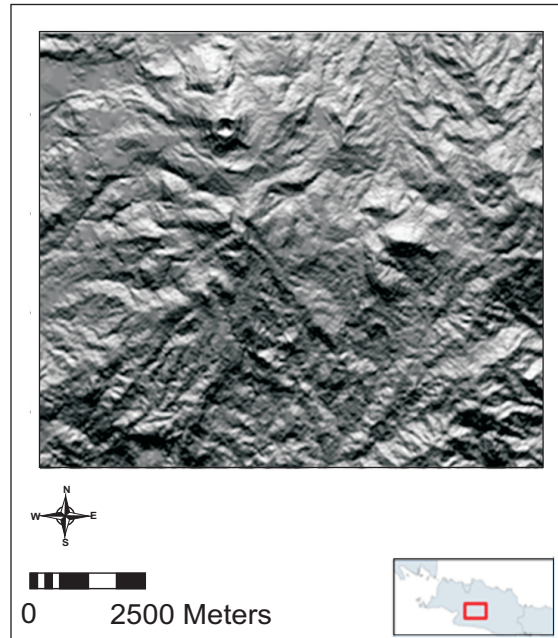
sesar berinteraksi dengan batuan sekitar dan memperlihatkan pola kelurusan.

Metoda yang digunakan adalah menganalisis peta elevasi *digital* (Gambar 3) yang dibuat berdasarkan peta kontur (Gambar 4). Selanjutnya, dari peta elevasi digital dibuat *shaded relief* daerah Panas bumi Patuha dengan menggunakan 4 azimuth cahaya yang berbeda, yaitu  $0^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ ,  $315^{\circ}$ , dan dengan ketinggian cahaya  $45^{\circ}$ , kemudian ditarik kelurusan. Kelurusan yang telah ditarik (Gambar 5), dihitung nilai panjangnya dan dikelompokkan pada *grid* 2x2 km yang dibuat secara random, selanjutnya dibuat peta kontur nilai *fault and fracture density* yang diasumsikan bahwa pada densitas struktur tertinggi berasosiasi dengan pusat pergerakan fluida. Pada penelitian ini dipergunakan juga peta anomali mag-

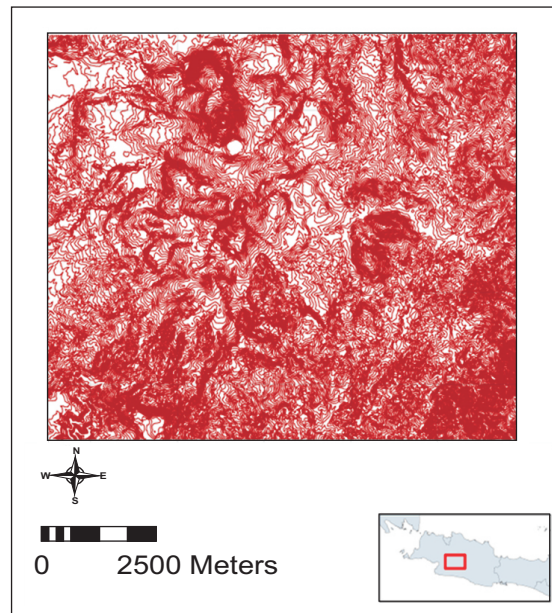
netik dan peta geologi untuk melihat korelasi interpretasi kelurusan, sebaran manifestasi, dan pola-pola perubahan nilai magnetiknya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

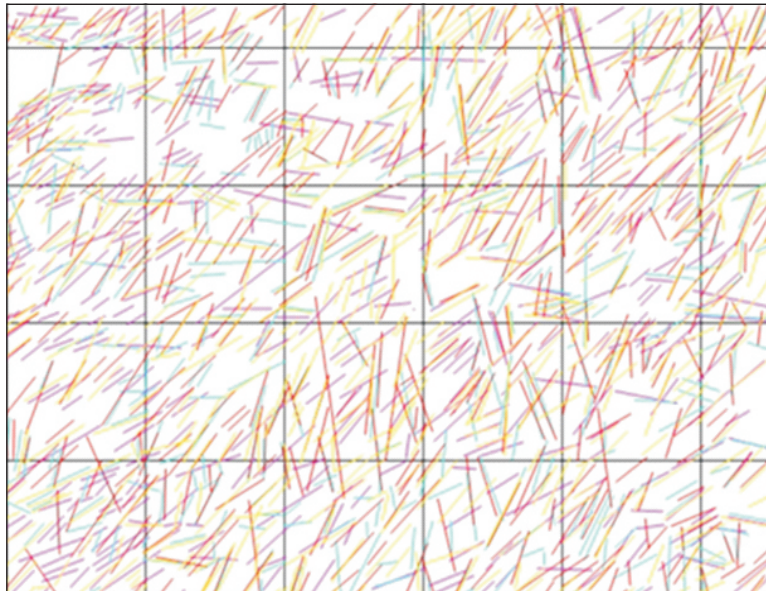
Dengan menggunakan metode FFD, didapatkan kelurusan-kelurusan yang berasosiasi dengan struktur yang ada di daerah tersebut (Gambar 5) atau merupakan refleksi gambaran dari topografi berupa kelurusan sungai, kelurusan lembah, struktur sesar maupun rekahan, kontak batuan dan kemunculan manifestasi panas bumi. *Trend* kelurusan di daerah Panas bumi Patuha umumnya memiliki arah baratdaya - timurlaut, barat - timur, utara-selatan, sesuai dengan arah sesar pada peta geologi (Gambar 2).



Gambar 3. Peta Elevasi Digital, daerah Panas bumi Patuha (Sumber: Citra Landsat TM daerah Patuha Tahun 2009).



Gambar 4. Peta Kontur daerah Panas Bumi Patuha (Sumber: Peta Rupabumi *digital* daerah Patuha Tahun 2003).



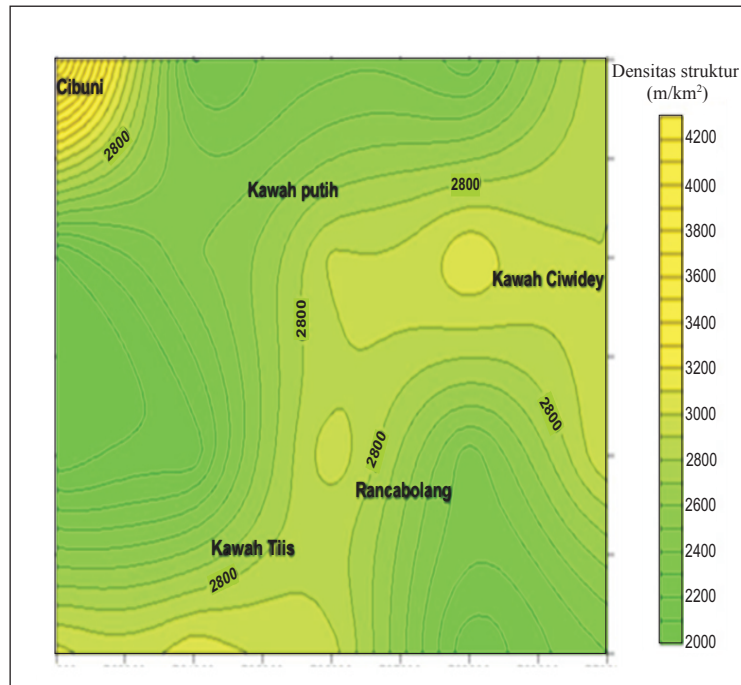
Gambar 5. Hasil penarikan kelurusan di daerah Panas Bumi Patuha dari empat sudut cahaya yang berbeda (hijau =  $0^{\circ}$ , kuning =  $45^{\circ}$ , merah =  $90^{\circ}$ , Ungu =  $315^{\circ}$ ).

Berdasarkan hasil perhitungan nilai densitas dengan menggunakan metoda FFD, daerah Panas Bumi Patuha dapat dikelompokkan menjadi 2 kelas densitas, yaitu densitas tinggi ( $2800-4200 \text{ m/km}^2$ ) yang ditunjukkan dengan warna kuning, dan densitas rendah ( $<2800 \text{ m/km}^2$ ) dengan warna hijau (Gambar 6). Daerah dengan densitas tinggi berada di sekitar daerah Cibuni, Rancabolang, dan Kawah Ciwidey. Daerah berwarna hijau merupakan daerah non anomali. Daerah bernilai tinggi berasosiasi dengan lava dan piroklastik. Kenampakan topografi menunjukkan adanya beberapa sesar dan rekahan yang mengontrol deformasi di daerah ini, dan Kawah Ciwidey serta Cibuni struktur kawah mengontrol deformasinya. Sesar dan rekahan sedikit

mengontrol daerah Rancabolang dan Kawah Tiis.

Sebagai bahan kompilasi digunakan peta anomali magnetik (Gambar 7), dengan rentang nilai anomali positif  $0 - 3000 \text{ nT}$  dan anomali negatif  $-800 - 0 \text{ nT}$ . Dalam eksplorasi panas bumi, yang menjadi perhatian adalah adanya anomali magnet negatif, karena daerah dengan anomali negatif berasosiasi dengan daerah alterasi yang merupakan batuan penutup (*clay cap*), berfungsi sebagai penutup *reservoir*. Daerah anomali negatif berada di sekitar Kawah putih, Kawah Ciwidey, dan sebagian di Cibuni dan Kawah Tiis. Daerah yang memiliki perubahan nilai yang tinggi/kontur rapat, diinterpretasi sebagai struktur



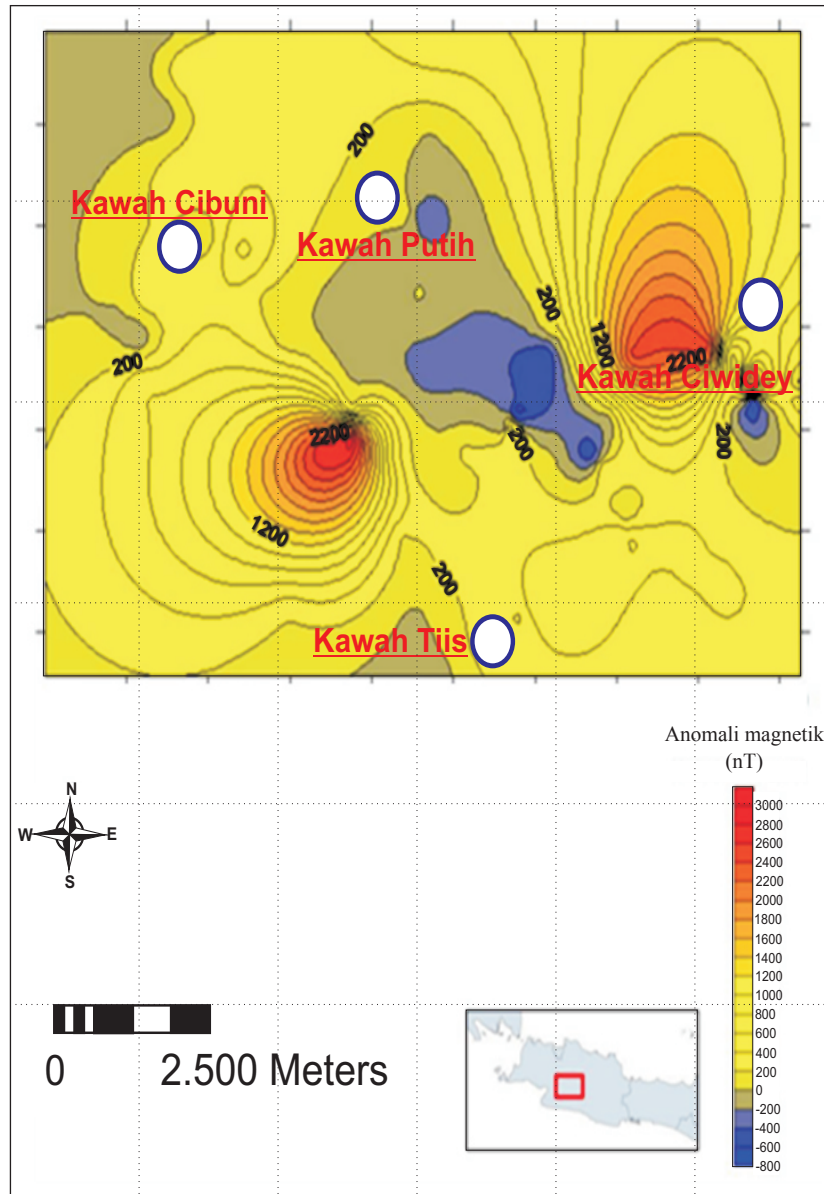


Gambar 6. Peta interpretasi kelurusan dengan menggunakan metoda FFD.

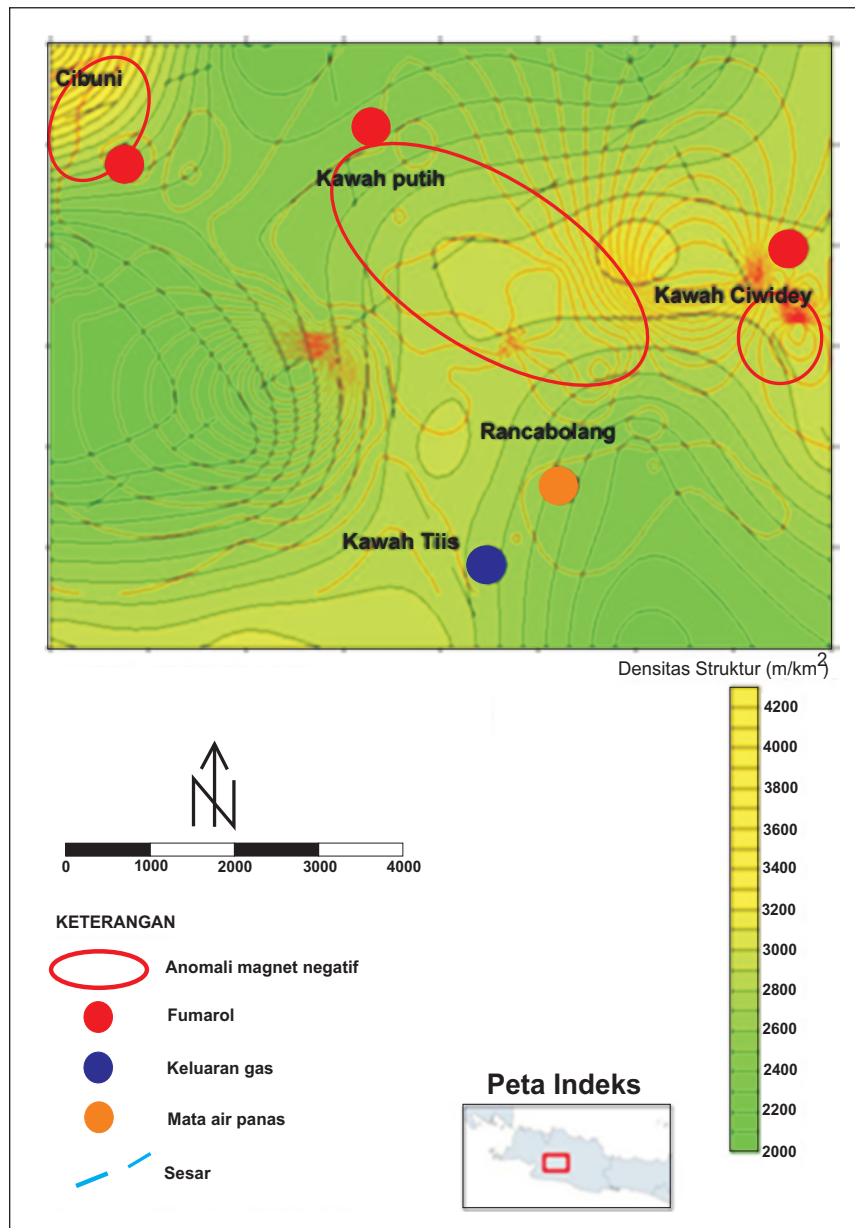
sesar atau rekahan. Daerah anomali negatif berasosiasi dengan zona sumber panas di bawah permukaan. Temperatur tinggi dapat mengakibatkan batuan kehilangan sifat kemagnetannya sehingga mengakibatkan daerah sumber panas memiliki anomali magnet negatif.

Peta kompilasi daerah Panas Bumi Patuha (Gambar 8), menunjukkan kecocokan antara data *fault and fracture density*, peta anomali magnetik dan peta geologi. Daerah dengan densitas tinggi mempunyai jumlah kelurusan yang banyak. Daerah ini terletak pada kemiringan terjal - menengah, dan umumnya mengontrol manifestasi yang ada seperti fumarol di Kawah Ciwidey dan Cibuni. Daerah ini juga umumnya dilewati oleh struktur sesar. Manifestasi yang muncul berasal dari daerah

dengan densitas sesar dan rekahan yang tinggi yang menyebabkan fluida dalam *reservoir* mengalir hingga permukaan. Daerah Kawah Putih dengan manifestasi fumarol dan Rancabolang dengan manifestasi mata air panas memiliki nilai densitas struktur sekitar 2600-2800  $m/km^2$ . Daerah ini termasuk ke dalam nilai yang mendekati anomali. Kontrol utama yang terlihat adalah kerapatan kontur anomalinnya yang menunjukkan daerah yang potensial memiliki sumberdaya panas bumi. Berdasarkan anomali magnetik, daerah ini juga dekat dengan sumber panas di bawah permukaan. Berdasarkan kompilasi data, didapatkan prakiraan daerah prospek panas bumi berada di daerah Cibuni, Kawah Putih, dan Kawah Ciwidey.



Gambar 7. Peta anomali magnetik (hasil pengukuran langsung di daerah Penelitian).



Gambar 8. Kompilasi peta kelurusan, peta anomali magnetik, dan peta geologi daerah Panas Bumi Patuha, Jawa barat.



## KESIMPULAN

Berdasarkan metoda FFD yang dikompilasikan dengan data geomagnet, daerah prospek sumber daya panas bumi berada di daerah Cibuni, Kawah Putih, dan Kawah Ciwidey.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. GEODIPA ENERGI atas izin penelitian di lapangan panas bumi Patuha.

## ACUAN

Anonimous, 2003, Peta Rupa Bumi digital daerah panas bumi Patuha, skala 1: 25.000, Bakosurtanal, Bogor.

Anonimous, 2009, Peta elevasi Digital daerah panas bumi Patuha hasil interpretasi Citra Landsat TM daerah Patuha, Lapan.

Bujung, C.A.N., Singarimbun, A., Muslim, D., Hirnawan, F., dan Sudradjat A., 2010, Delineasi Reservoir Panas bumi Berdasarkan Litologi, Alterasi Hidrotermal, dan Profil Temperatur, Bulletin of Scientific Contribution. Vol.9 No.1. Edisi April 2011 (dalam proses penerbitan).

Layman, E.B. and Soemarinda S., 2003, The Patuha Vapour-Dominated Resource West Java, Indonesia. PROCEEDINGS, Twenty-Eighth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering Stanford University, Stanford, California, January 27-29, 2003. SGP-TR-173.

Purwanto, T., Rachman, A., dan Silaban M., 2010, Potensi dan Rencana Pengembangan Lapangan Panas Bumi Patuha Jawa Barat, Proceeding PIT IAGI Lombok, The 39th IAGI Annual Convention and Exhibition.

Santoso, D., 2007, Eksplorasi Energi Geotermal, Teknik Geofisika. ITB

Saptadji, N.M., 2003, Teknik Panas Bumi, Departemen Teknik Perminyakan, ITB Bandung.

Suryantini and Wibowo, H. H., 2010, Application of Fault and Fracture Density (FFD) Method for Geothermal Exploration in Non-Volcanic Geothermal System; a Case Study in Sulawesi-Indonesia. Proceedings of World Geothermal Congress, Bali, Indonesia.

Suswati, A.R., Mulyana, Nia, H., dan Sutawidjaya I.S., 2000, Laporan Pemetaan Geologi Komplek Gunung api, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, Subdit pemetaan gunung api, Direktorat Vulkanologi.

