



---

**INTERPRETASI KUALITATIF METODE RADON  
UNTUK PENENTUAN DAERAH PERMEABILITAS TINGGI  
DI DAERAH PANAS BUMI BERBASIS MATLAB**

Nandi Haerudin<sup>1)</sup>, Ahmad Zaenudin<sup>1)</sup>, Wahyudi<sup>2)</sup> dan Wiwit Suryanto<sup>2)</sup>

1) Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Universitas Lampung

2) Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

Surel : nandithea@unila.ac.id

**ABSTRACT**

The Radon counting from soil gas at 70 cm depth in Rajabasa geothermal prospect areas have been measured. The purpose of this study was to determine high permeability areas (such as fracture or Fault) that characterized by areas with high Radon counted. The data processing and interpretation support by programming used MATLAB. The results of the qualitative interpretation showed the anomalous Radon zones are connected by straight lines. These lines are suspected as the fault lines. There were 4 lines connecting the anomalous Radon zones namely F1, F2, F3 and F4. Both F1 and F2 associated as a extended fault deeper. These zones located between the Kunjir Village and the Cugung Village.

Keywords: fault, geothermal prospects, high permeability ,radon counted , , ,

**PENDAHULUAN**

Zona permeabilitas tinggi seperti zona patahan dan reservoir merupakan target utama dalam eksplorasi panas bumi. Zona permeabilitas tinggi adalah saluran untuk fluida panas bumi (yang mempunyai tekanan tinggi dan massa yang ringan) bermigrasi dari dalam bumi ke permukaan. Untuk mendapatkan fluida panas bumi yang selanjutnya digunakan sebagai pemutar turbin pembangkit listrik, penentuan zona permeabilitas tinggi sangatlah vital. Dengan demikian dibutuhkan gambaran zona ini secara detil dan akurat.

Pengukuran radioaktivitas Radon atau kita kenal dengan metode Radon telah digunakan dalam eksplorasi daerah panas bumi yang diadopsi dari teknik eksplorasi mineral terutama Uranium. Penelitian tentang pemanfaatan gas Radon untuk eksplorasi panas bumi telah dilaksanakan oleh Lopez et. al., (1987) di Meksiko, kemudian Rodriguez, et. al., (2008) di area panas bumi Las Pailas Costarika serta Karingithi dan Wambugu (2010) melakukan penelitian geokimia dan Radon di daerah panas bumi Arus dan Bogoria. Metode ini juga digunakan untuk mendeteksi sesar yang tersembunyi



(Ching-Chou Fu et. al., 2005). Anomali konsentrasi Radon dapat diamati di atas zona sesar aktif karena pada zona tersebut terdapat saluran untuk pengayaan Radon dan migrasi ke atas (Ioannides et al, 2003;. Swakon et al, 2004;. Jonsson, 1995). Metode Radon untuk eksplorasi panas bumi di Indonesia pernah dilakukan oleh Phuong, et. al. (2012) di daerah panas bumi Ungaran.

Tantangan yang dihadapi dalam pengerjaan teknik dan rekayasa seperti pada pengolahan data geofisika adalah adanya beberapa pengerjaan yang harus diulang sampai puluhan atau ratusan kali sesuai matrik data. Untuk menyelesaikan hal itu, pemrograman adalah solusi yang sangat efektif. Salah satu yang sangat banyak digunakan dalam rekayasa teknik dan matematika adalah pemrograman berbasis MATLAB. MATLAB dikategorikan sebagai bahasa pemrograman level tinggi karena dianggap mudah cara penggunaannya, terutama untuk komputasi teknis.

MATLAB adalah program yang sangat akomodatif terhadap kebutuhan insinyur atau ilmuwan. MATLAB adalah sebuah perangkat lunak pemrograman yang bekerja dengan konsep matrik. Salah satu kelebihan MATLAB adalah memiliki pustaka fungsi matematika dan rekayasa yang super lengkap serta fungsi visualisasi yang bervariasi baik 2D maupun 3D (Gunaidi, 2006).

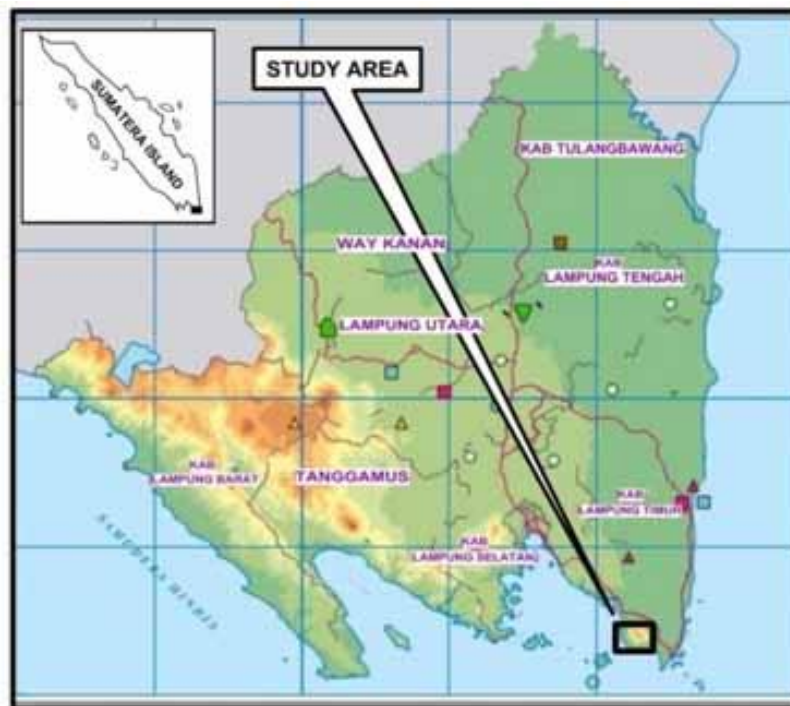
Bahasa ini mengintegrasikan kemampuan komputasi, visualisasi dan pemrograman dalam sebuah lingkungan yang tunggal dan mudah digunakan. MATLAB memberikan sistem interaktif yang menggunakan konsep array/matrik sebagai standar variabel elemennya tanpa membutuhkan pendeklarasian array seperti bahasa lainnya. MATLAB memang dihadirkan untuk orang-orang yang tidak ingin disibukkan dengan rumitnya sintak dan alur logika pemrograman, sementara pada saat yang sama membutuhkan hasil komputasi dan visualisasi yang maksimal untuk mendukung pekerjaannya.

Pada penelitian ini, akan diukur cacahan Radon dari gas tanah untuk menentukan daerah permeabilitas tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan zona patahan yang dicirikan oleh daerah dengan cacahan Radon tinggi. Untuk pengolahan dan interpretasinya dibantu dengan pembuatan program yang berbasis MATLAB.

## METODE

Waktu Penelitian: Penelitian dilaksanakan tanggal 8 Juli sampai 20 Juli 2013

Tempat Penelitian: Penelitian dilaksanakan di daerah prospek panas bumi Rajabasa bagian selatan di Kecamatan Rajabasa Kabupaten Lampung Selatan Provinsi Lampung (Gambar 1), meliputi Desa Kerinjing, Batu Balak, Hargo Pancuran, dan Toto Harjo. Daerah panas bumi Rajabasa saat ini sedang pada tahap eksplorasi untuk pembangunan pembangkit listrik tenaga panas bumi 2 x 110 MW



Gambar 1. Daerah Penelitian pada Peta Provinsi Lampung

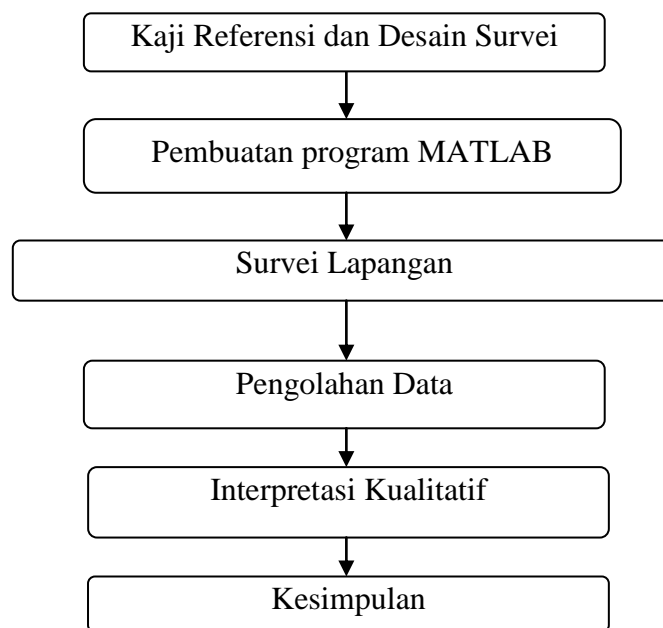
Peralatan: Alat utama adalah Detektor Rad Eye B20 untuk mengukur cacahan Radon dari gas tanah, sedangkan GPS digunakan untuk mengukur posisi titik pengukuran. Peralatan penunjang lainnya adalah martil, linggis, *silica gel*.

Cara Kerja metode Radon: Sebelum dilakukan pengukuran Radon, terlebih dulu dilakukan pengukuran cacahan latar belakang (*background*) dengan cara memompakan udara di dalam bilik sintilasi diganti dengan udara lingkungan. Nilai latar belakang diukur sebanyak 3 kali pencuplikan. Selanjutnya pipa *probe stainless steel* ditanam ke dalam tanah minimal sedalam 70 cm. Hal ini dilakukan agar efek parameter di permukaan tidak mempengaruhi pengukuran. Gas tanah dialirkan ke bilik sintilasi

detektor dengan cara dipompa. Konsentrasi Rn diukur dengan sebuah detektor pencacah di bilik sintilasi. Pencacahan juga dilakukan dalam waktu 3 kali pencuplikan.

Variabel yang diukur adalah konsentrasi Radon dalam gas tanah yang terukur dengan besarnya cacahan yang terukur oleh detektor. Kemudian data tersebut diolah dengan program MATLAB untuk mendapatkan klasifikasi nilai dan gambaran kasar peta kontur. Dari peta kontur itu ditentukan daerah permeabilitas tinggi. Untuk memperbaiki tampilan, peta kontur ditampilkan dengan program Surfer.

Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini diolah sebanyak 103 titik data, dimana sebanyak 49 titik yang diukur dengan Rad Eye di bagian timur digabung dengan 54 titik pengukuran yang telah diambil sebelumnya dengan RDA 200 di bagian barat daerah penelitian. Hasil pengukuran Radon dengan RDA 200 telah di laporkan (Haerudin, et. al. 2013a dan 2013b). Sebaran titik pengukuran gabungan dan kontur cacahan Radon diperlihatkan pada Gambar 3. MATLAB hanya menggambarkan kontur pada titik pengukuran yang disediakan. Hal ini merupakan kelebihan dibanding hasil kontur dengan Surfer yang

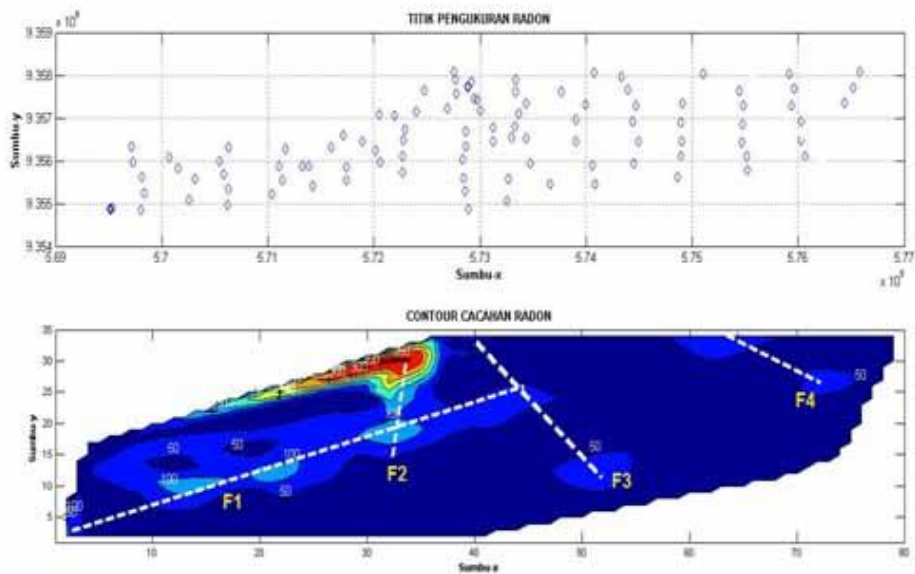
sering tetap mengagambarkan ekstrapolasi nilai kontur pada daerah yang tidak ada titik pengukuran. Namun kekurangan MATLAB adalah kesulitan dalam hal *overlay* titik pengukuran pada kontur. Pengolahan data Radon dengan Program MATLAB lebih cepat 10 menit dalam kasus ini dibandingkan cara biasa yaitu menghitung data dengan EXCEL dan kemudian menggambarkannya dengan Surfer.

Berdasarkan hasil pemrograman MATLAB dibuat klasifikasi nilai untuk nilai elevasi, cacahan Radon, cacahan Thoron dan rasio perbandingan Radon terhadap Thoron ( $Rn/Tn$ ). Klasifikasi nilai tersebut dituliskan lengkap dalam tabel 1. Pada tabel 1 terlihat nilai rata-rata hampir sama dengan nilai standar deviasi yang merupakan sebaran ralat data.

Tabel 1. Klasifikasi Nilai berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan MATLAB

<b>Klasifikasi</b>	<b>elevasi</b>	<b>Radon</b>	<b>Thoron</b>	<b>Radon/Thoron</b>
Nilai terendah	13	5	2	0.1
Nilai tertinggi	599	355	185	10
Nilai rata-rata	223	49	55	1.6
Standar deviasi		45	46	1.6
Cacahan Rendah		< 45	< 46	< 1.6
Cacahan Tinggi		45 – 93	46 - 100	1.6 – 3.2
Anomali		93-142	100 - 155	3.2 – 4.8

Pada Gambar 3 terlihat nilai kontur cacahan anomali yang dihubungkan dengan garis putih. Ada 4 buah garis kelurusan anomali yang diperlihatkan pada kontur (F1 sampai F4). Garis itu diduga berhubungan dengan zona patahan. Pada F1, garis menghubungkan 2 manifestasi yaitu manifestasi Gunung Botak dan Kunjir. Garis F2 dan F3 bersinggungan dengan manifestasi Fumarol Bulakan. Sedangkan F4 bersinggungan dengan patahan yang digambarkan oleh studi geologi.



Gambar 3. Sebaran Titik Pengukuran Radon

Nilai rasio Radon terhadap Thoron yang tinggi dianggap sebagai indikasi bahwa patahan di daerah itu menerus sampai kedalaman yang lebih dalam (Phuong, dkk., 2012), namun tidak dijelaskan berapa jauh kedalaman yang diwakili oleh besarnya nilai rasio tersebut. Dari perbandingan kontur pada Gambar 4 diperlihatkan bahwa zona patahan yang menerus sampai ke dalam dan diduga menghubungkan reservoir dengan manifestasi di permukaan adalah di sekitar F1 sebelah timur dan F2. Dalam kenyataan di lapangan, daerah itu berada di sekitar Desa Kunjir dan Desa Cugung. Patahan F4 yang berhimpit dengan patahan yang terlihat di permukaan, juga merupakan patahan yang menerus namun tidak bersinggungan atau melewati manifestasi panas bumi. Untuk memperkuat hasil interpretasi kualitatif, perlu dilakukan interpretasi kuantitatif pada pemodelan 2D atau 3D yang menggambarkan migrasi Radon dalam fluida/gas tanah pada zona permeabilitas tinggi (misalnya patahan atau fraktur).

## KESIMPULAN

1. Dari hasil Interpretasi Kualitatif kontur cacahan Radon di daerah prospek panas bumi Rajabasa bagian selatan terlihat ada 4 daerah anomali yang dihubungkan oleh garis lurus. Garis itu diduga berhubungan dengan zona patahan.



2. Dari empat garis yang menghubungkan anomali itu, ada dua zona yang diduga merupakan zona patahan yang menerus lebih dalam yaitu F1 bagian timur dan F2. Daerah itu terletak di antara Desa Kunjir dan Desa Cugung.
3. Program MATLAB terbukti mampu mempercepat pengolahan data dengan hasil yang baik.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

1. Kepada DIRJEN DIKTI yang membiayai penelitian ini melalui Hibah Unggulan Perguruan Tinggi.
2. Kepada Almarhum Prof. Dr. Suprajitno Munadi yang telah mendukung dan memotivasi dalam melakukan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ching-Chou Fu et. al. 2005. Reconnaissance of Soil Gas Composition Over the Buried Fault and Fracture Zone in Southern Taiwan, *Geochemical Journal*, Vol 39, pp. 427-439
- Gunaidi. 2006. *The Shortcut of MATLAB Programing*, Penerbit Informatika Bandung.
- Haerudin, N., Wahyudi, Munadi, S., and Suryanto, W. 2013a. A Soil Gas Radon Survey to Determine Fault at Southern Part of Rajabasa Geothermal Field, Lampung Indonesia. *International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS*. 13 : 75 – 81.
- Haerudin, N., Wahyudi, and Suryanto, W. 2013b. Radon and Thoron Analysis of Soil Gas Survey: Case Study of Rajabasa Geothermal Field. *AIP Conference Proceeding*. 1554: 218 – 221.
- Ioannides K., Papachristodoulou C., Stamoulis K., Karamanis D., Pavlides S., hatzipetros A. & Karakala E. 2003. Soil Gas Gadon: A Tool for Exploring Active Fault Zones, *Applied Radiation and Isotopes*, vol. 59 (2 – 3), p. 205 – 213.
- Jönsson G. (1995) Radon gas - where from and what to do? *Radiation Measurements*, vol. 25(1 – 4), p. 537 – 546.
- Karingithi, C. And Wambugu, J., 2010. The Geochemistry of Arus and Bogoria Geothermal Prospect. p. 1-6. *Proceeding World Geothermal Congress 2010. Bali, Indonesia 25-29 April 2010.*



Lopez, A., Gutierrez, L., Razo, A. And Balcazar, M. 1987. Radon Mapping for location Geothermal Energy Source: Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A255 426-429 North Holland, Amsterdam.

Phuong N.K., Harijoko A., Itoi R., Unoki Y. 2012. Water geochemistry and soil gas survey at Ungaran geothermal field, Central Java, Indonesia, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 229: 23 – 33.

Rodriguez, A. Torres Y., Chavarria L., and Molina F., (2008). Soil Gas Radon Measurement as a Tool to Identify Permeable Zones at Las Pailas Geothermal Area, Costa Rica. *Geothermal Training Programe 30th Anniversary workshop* Orkustofnun, Grensasvegur 9, Iceland, August 26-27, 2008.

Swakon J., Kozak K., Paszkowski M., Gradzin'ski R., Loskiewicz J., Mazur J., Janik M., Bogacz J., Horwacik T. & Olko P. 2004. Radon Concentration in Soil Gas Around Local Disjunctive Tectonic Zones in The Krakow Area, *Journal of Environmental Radioactivity*, 78(2) : 137 – 149.