

**UJICOBA PENGUKURAN GAS RADON UNTUK AKTIVITAS PATAHAN  
DI DAERAH RAHTAWU-PATI**

Hadi Suntoko, Imam Hamzah \*)

**ABSTRAK**

**UJICOBA PENGUKURAN GAS RADON UNTUK DETEKSI AKTIVITAS PATAHAN DI RAHTAWU MURIA PATI.** Gas radon yang muncul dipermukaan dapat dimanfaatkan tidak saja untuk penelitian lingkungan tetapi juga untuk pengembangan ilmu kebumihan terapan. Tanah/batuan yang bergerak mengakibatkan celah yang baik untuk keluarnya gas Radon. Celah ini disebut retakan yang diakibatkan oleh gaya tekan yang bekerja menghasilkan patahan. Penelitian dilaksanakan di daerah Rahtawu Kabupaten Pati yang terletak sekitar 40 km di sebelah selatan Ujung Lemahabang. Tujuan penelitian adalah ujicoba menangkap gas radon untuk membuktikan adanya patahan N31 di Rahtawu. Alat yang digunakan adalah Radon meter tipe RDA200 dengan cara mencacah gas Radon yang keluar dari celah patahan. Hasil penelitian menunjukkan nilai gas radon tertinggi 311 cpm dengan latar 18 cpm, sedangkan terendah adalah 0 cpm. Secara umum yang mempengaruhi nilai cacah yakni keadaan tanah, waktu pencacahan, kekerasan batuan, cuaca, porositas tanah/batuan dan posisi patahan.

**ABSTRACT**

**MEASUREMENT TESTING OF RADON GAS FOR FAULT ACTIVITY DETECTION IN RAHTAWU MURIA, PATI.** The Radon surface can be used to investigate not only for environment but also to be develop in an earth application. The investigation is carried out at the Rahtawu fault, that includes, to the Pati regency which is located 40 km South of ULA. The objective of study to measure the radon realested from the fracture zone activities. RDA equipment is being used to measure the radon gas released. The result shown that the high value of radon is 311 cpm with the background of 18 cpm, whereas the low value falls at 0 cpm. The tatau value are influenced by the soil condition, tatau time, hardness, weather, soil/stone porocity and fault possession.

---

\*) *Stap Bidang Penerapan Sistim Energi P2EN-BATAN*

## **I. PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Berdasarkan sejarah geologi penyebab munculnya Gunung Muria sebagai akibat patahan yang disebabkan gaya kompresi berarah utara selatan (1). Selain menghasilkan Gunung Muria dengan ketinggian 1602 meter, juga kekar-sesar pada batuan yang tersebar di beberapa permukaan, salah satunya ada di Rahtawu. Patahan tersebut mempunyai lokasi strategis yang mempunyai panjang  $\pm 15$  km, berarah utara selatan sejajar dengan sungai Gelis. Secara umum posisi penelitian masih jauh dari tapak PLTN Ujung Lemahabang (ULA) yaitu  $\pm 40$  km ke arah utara. Namun karena menyangkut keamanan tapak, maka aktivitas patahan yang berada diseluruh Semenanjung Muria perlu dipantau. Sementara ini kegiatan pemantauan patahan dan kegunungapian yang dilakukan sejak 1992 sampai sekarang dengan menggunakan alat seismometer belum ada data yang mendukung patahan aktif. Dalam rangka keamanan tapak digunakan metoda lain untuk memberikan informasi pembanding. Penelitian ini merupakan ujicoba dengan mengumpulkan data gas radon untuk mempelajari aktivitas patahan khususnya di Rahtawu.

Pada intinya, perilaku alami isotop radon akan berubah saat terjadinya pergerakan tanah/batuan sehingga gas radon muncul dengan berbagai variasi intensitas, tergantung pada jenis fenomena, suhu, tekanan, dan sifat batuan. (2). Bila gas radon mempunyai nilai cacah tinggi dari nilai latar berarti ada anomali data, maka kemungkinan diinterpretasikan terjadi aktivitas patahan.

Patahan aktif disebabkan adanya gaya yang bekerja pada suatu bidang atau titik, dan akibat adanya ketidak seimbangan gaya maka terjadi gerakan. Gerakan tersebut bisa mengarah ke atas, ke bawah, dan saling menjauh/geser. Secara umum patahan terjadi pada umur Kwartir (2 juta tahun lalu) sampai sekarang yang ditandai bukti fisik baik di permukaan maupun bawah permukaan. Dengan demikian ketidak stabilan daerah tergantung pada kondisi pelapisan, dan jarak sumber gempa dimana daerah yang mempunyai batuan keras akan mendapatkan gempa yang lebih besar dibanding batuan lunak. Gempa itu sendiri merupakan fenomena alam yang terjadi akibat lepasan tenaga pada sebuah masa sehingga menyebabkan masa tersebut bergerak. Pergerakan itu bisa setempat ataupun menyebar luas. Daerah gempa umumnya terdapat di Pulau Jawa bagian selatan (3) karena merupakan daerah penunjaman lempeng yang disebabkan tumbukan antara benua Hindia-Australia, Lempeng Pasifik dan Lempeng Asia. Akibat dari itu, Indonesia dikenal dengan daerah gempa dan gunung apinya.

Keadaan di mana sering terjadi gempa akan mempermudah gas radon mencapai permukaan melalui zona retakan/patahan yang disebut sebagai media penyalur radon. Dengan demikian antara gempa dan gas radon terjadi hubungan langsung di mana bila gas radon tinggi tentunya akan diikuti dengan gempa yang tinggi pula.

Salah satu peristiwa munculnya gas radon ke permukaan bumi dihasilkan dari proses peluruhan Radium 226 menjadi Radon 222 dengan menghasilkan partikel sinar  $\alpha$  yang mempunyai waktu paruh 3.824 hari (4). Waktu paruh yang terbilang singkat inilah yang menjadi daya tarik kenapa sebagian ilmuawan mempelajari karakteristik gas radon di permukaan.

Gas radon paling banyak muncul di daerah gunungapi yang masih aktif, terutama kawasan kepundan ataupun cabang kepundan (flank). Di samping itu daerah penunjaman juga merupakan kawasan yang mempunyai radon tinggi karena merupakan pertemuan antara lempeng (benua dan samudra). Tipe maupun jenis gunungapi untuk keduanya baik dari jenis gunungapi muka (forc arch) maupun gunungapi belakang (back arch) tidak akan mempengaruhi komposisi radon sehingga pengukuran aktifitas gas radon akan memberikan nilai sama.

Secara umum sumber gas radon berada jauh di bawah permukaan bumi (magma) dan melalui pipa kepundan berusaha keluar menuju kepermukaan. Cepat dan lambatnya gas akan dipengaruhi adanya celah disekitarnya, disamping dari sifat gas itu sendiri. Sebelum mencapai permukaan sebagian lepas melalui tanah/batuan dan mengalir ke celah-celah yang ada seperti patahan dan sebagainya bercampur dengan gas lain. Dari berbagai gas yang muncul, radon merupakan isotop dengan waktu paruh yang pendek. Tidak semua gas dapat langsung keluar mencapai permukaan tetapi ada yang terperangkap didalam celah atau pori batuan. Ditinjau dari nilai konsentrasi maka gas radon akan semakin tinggi bila berada di lokasi tanah/batuan yang dalam dengan porositas pendek. Sumber gas radon yang berada jauh didalam lapisan batuan akan berusaha keluar, sehingga sejalan dengan banyaknya gempa baik vulkanik maupun tektonik, maka dapat diketahui cacah gas. Celah dan retakan menjadi fenomena menarik pada daerah penunjaman dan volkanik. Dengan demikain banyaknya cacahan gas radon (anomali gas) mencirikan daerah tersebut mempunyai nilai lain dari kondisi sekitarnya. Sejalan dengan teori tersebut maka jika terjadi peningkatan gas radon pada suatu pengamatan terutama di zona patahan maka akan disertai peningkatan gempa yang memberi peluang untuk keluarnya gas radon kepermukaan .

## **I.2. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian adalah menerapkan teknik nuklir dengan mendeteksi gas radon pada daerah zona patahan dipermukaan bumi dalam rangka pemahaman data keselamatan tapak PLTN di ULA. Pengukuran radon dilaksanakan sesuai dengan persyaratan keamanan tapak yang ditetapkan oleh IAEA .

## II. METODA PENELITIAN/PELAKSANAAN

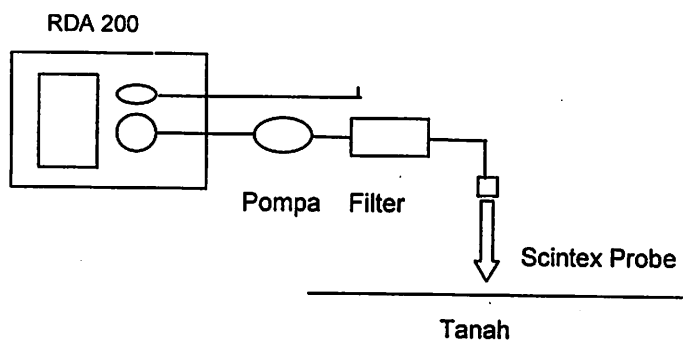
### II.1 Pencacahan /Pengukuran

Alat yang digunakan adalah radon meter tipe RDA200 meliputi dua kelompok (gambar 1). Pertama adalah perangkat yang digunakan untuk pengambil contoh terdiri dari palu, pipa 100 cm berujung tajam dengan 8 lubang, pipa plastik diameter 0.2 cm panjang  $\pm 100$  cm bagian tengahnya terdapat filter dan pompa. Kedua adalah kelompok perangkat pencacah terdiri dari satu unit RDA-200 (*Simpres-Portable Earth Radon Detector*), Tabung untuk menempatkan gas hasil pemompaan berkemampuan 300 ml yang permukaannya dilapisi ZnS (Ag), display, photomultiplier, amplifier, pengubah sinyal analog menjadi digital, termometer, dan *stop watch* (4).

Untuk menentukan nilai gas radon yang sebenarnya dari nilai cacah yang terkumpul digunakan rumus (formula) sebagai berikut :

$0,87 C_3 + 0,32 C_2 - 0,34 C_1$ , dimana  $C_1$  sampai dengan  $C_3$  merupakan cacahan satu, dua dan tiga. Untuk menentukan gas thoron dengan menggunakan rumus  $(C_1 + C_2 + C_3) / 3$  – hasil gas radon.

Alat dipasang pada lokasi tertentu berdasarkan hasil survei pendahuluan yaitu untuk mengetahui posisi, dan sejarah geologi daerah telitian apakah berhubungan dengan kondisi magma atau tidak. Dengan melihat posisi geologi terhadap retak-retak batuan di sekitar daerah yang diperkirakan, diharapkan ditemukan cabang dari sumber magma (flank) gunungapi.



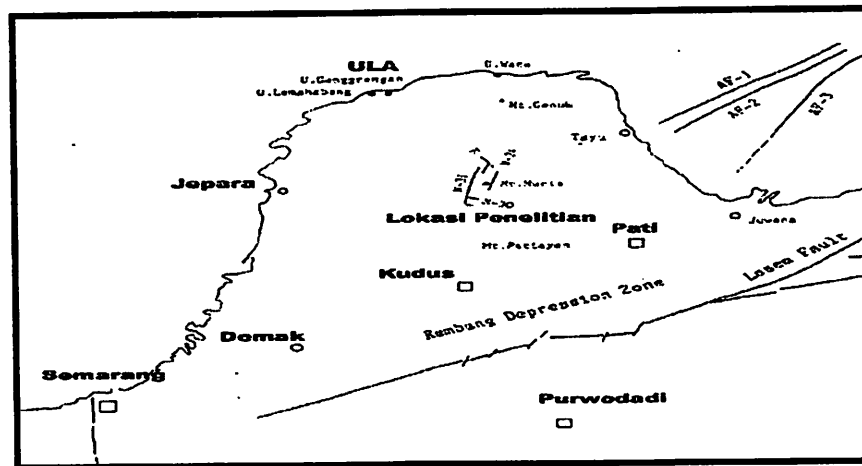
Gambar 1 : Pengukuran gas radon dengan alat RDA 200

Proses pengambilan data dilakukan melewati pipa besi yang ditancapkan ke dalam tanah sedalam  $\pm 25$  cm. Pencacahan merupakan peristiwa foton yang digandakan oleh fotomultiplier kedalam pulsa elektronik. Sinyal analog yang dihasilkan diubah menjadi digital dan ditampilkan oleh *display* RDA 200 dalam satuan cpm (counting per menit). Satu titik pengamatan dilakukan penghitungan sebanyak 4 kali/menit cacah. Kalibrasi alat dilakukan setiap pagi sebelum berangkat dan sore setelah pengukuran dari lapangan

## II.2 Lokasi Pengamatan

Lokasi penelitian secara administratif berada di Desa Rahtawu, Kecamatan Pati yang termasuk dalam Kabupaten Pati Propinsi Jawa Tengah yang secara topologi terletak di kaki tenggara gunung Muria yang berjarak 20 km dari puncak Muria (Gambar 2). Secara geografis daerah penelitian terletak pada posisi koordinat  $6^{\circ}25'00''$  LU dan  $6^{\circ}27'22''$  LS serta  $110^{\circ}46'20''$  BT dan  $110^{\circ}48'48''$  BB.

Daerah Rahtawu yang memiliki topografi tinggi dengan beberapa struktur utama yang tercermin sebagai sesar Semarang (N-S), sesar Lasem (NE-SW) dan beberapa struktur penyerta di Gunung Muria berarah N-S. Pengukuran dilakukan di 4 lokasi.



Gambar 2. Peta Lokasi Patahan di Semenanjung Muria

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Posisi pengukuran gas radon di Rahtawu-Muria terletak pada ketinggian 750 meter dari permukaan laut. Puncak gunung Muria sendiri berada pada ketinggian 1602 m. Hasil pengamatan yang dilakukan selama satu bulan menunjukkan data yang cukup baik dengan nilai paling tinggi 311 cpm dengan nilai latar 18 cpm. Disamping pengukuran gas radon terukur pula gas thoron yang memperoleh nilai antara 0-49 cpm, dengan latar 15 Cpm. Nilai tertinggi terpantau pada siang hari ketika pengamatan dilakukan secara terus menerus, sehingga dapat menjadi masukan data dalam analisis dan intepretasi. Nilai tersebut diperkirakan merupakan anomali data karena ternyata rata-rata radon yang tertangkap mempunyai nilai 15 cpm, Dalam menganalisis data radon memerlukan intepretasi lain, dihubungkan dengan data pantauan lain untuk mengecek kebenaran bahwa anomali data bukan merupakan kesalahan alat. Data dukung lain yang dimaksud seperti data gempa yang selama ini dilakukan di Semanajung Muria. Apabila ternyata ada data dukung lain yang mempunyai anomali sebanding maka dapat dianggap menunjukkan aktiifitas patahan.

Kemunculan gas radon ke permukaan secara umum berhubungan dengan keberadaan magma, yang karena ada tekanan terhadap fluida tersebut dapat menimbulkan strain dalam bentuk pori-pori. Tekanan pada fluida magma yang lebih condong membentuk pori retakan pada bahan yang lebih keras (2) dan menimbulkan celah-celah yang dapat dilalui oleh gas. Gas radon akan lebih mudah naik ke permukaan melalui pori atau retakan yang disebabkan gempa sehingga akan mudah tercacah oleh alat. Banyaknya gempa akan mendorong kemungkinan besar terjadinya anomali radon di daerah penelitian.

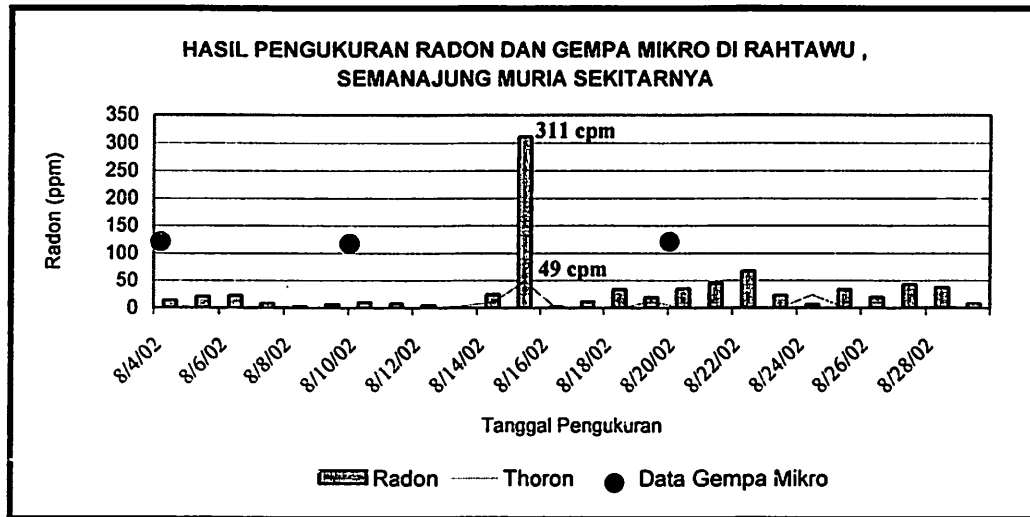
Hasil pengamatan radon selama satu bulan menunjukkan satu data anomali yang tercatat pada tanggal 16-8-2002 (Gambar 3) sebesar 311 cpm. Nilai ini didapat dari pengukuran yang lama dan periodik yang merupakan salah satu proses yang dianjurkan agar mendapatkan data kuantitatif. Dari penelitian satu bulan pengamatan terkumpul data kurang lebih 25 kali pengukuran yang dibuat grafik antara waktu dan cacahan. Data yang sangat minim ini belum bisa dievaluasi dan dianalisis, hanya dari intepretasi dapat disimpulkan bahwa anomali tersebut merupakan fenomena yang berhubungan dengan aktifitas alam, apakah itu patahan maupun yang lain. Rata-rata pengukuran gas radon 30 cpm dengan nilai latar yang berkisar 2 cpm. Secara teori radon muncul ke permukaan melalui celah tanah/batuan yang dapat diakibatkan adanya patahan, dan retakan. Akan tetapi tidak semua radon yang muncul ke permukaan tersebut merupakan aktifitas patahan bisa jadi kemunculan radon karena terjebak oleh pori tanah/batuan hasil pelapukan yang terendapkan dalam waktu relatif lama.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi jalannya pencacahan tersebut yaitu ; kondisi meteorologi setempat, pori tanah/batuan, waktu pelaksanaan, kedalaman pengukuran. Salah satu contoh bila pori batuan mengandung Radon maka sejalan dengan banyaknya gempa-gempa dalam maka akan ditandai dengan anomalli gas Radon. Kalibrasi alat dilaksanakan setiap pagi sebelum berangkat dan sore hari setelah pengukuran dilapangan.

Berdasarkan data geologi, daerah telitian merupakan endapan hasil aktifitas gunungapi Muria muda, didominasi breksi vulkanik, konglomerat dengan selang seling pasir lempungan. Ditengah endapan kuarter ini terbentang sungai Gelis yang sekaligus merupakan zona patahan berarah utara-selatan, dan barat-timur. Jarak patahan dengan lokasi tapak PLTN kurang lebih 40 km ke arah utara. Aktifitas patahan selama ini dimonitor menggunakan alat sensor bersekala mikro, yang ternyata belum menunjukkan adanya gempa. Gempa banyak terjadi di daerah selatan pulau Jawa yang merupakan zona penunjaman tumbukan antar lempeng, dan sejauh ini aktivitas gempa yang berada di zona selatan tersebut tidak berhubungan dengan kondisi gunung Muria yang dapat mengakibatkan aktif kembali.

Anomali radon yang diperoleh di zona patahan (Gambar 3) belum bisa diinterpretasikan sebagai kegiatan patahan, karena tidak didukung oleh data gempa.

Namun paling tidak dari gambar tersebut memperlihatkan ada keterkaitan antara pengukuran radon dengan data gempa, walapun belum cukup kuat hubungannya. Pencacahan gas radon dan thoron terlihat fluktuatif selama pengukuran, sedangkan data dukung lain pada pemantauan gempa mikro di bulan Agustus tidak menunjukkan anomali gempa.



Gambar 3 : Grafik pengukuran gas Radon di daerah Patahan Rahtawu.  
( tanggal 4 s/d 29 Agustus 2002).

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pencacahan gas radon yang tercatat menunjukkan angka tertinggi 311 cpm dengan harga latar 18 cpm dan untuk thoron 49 cpm dengan latar 15 cpm. Anomali yang hanya tinggal di satu titik pengamatan belum dapat menjelaskan adanya gerakan tanah yang disebut struktur aktif, karena dari data pantauan pada tanggal tersebut tidak menunjukkan adanya gempa. Untuk mengetahui hubungan kedua data, keberadaan radon dan gempa diperkirakan perlu waktu pengamatan panjang ( $\pm 1$  tahun). Dengan perkataan lain pemantauan yang hanya satu bulan tidak cukup baik untuk mengambil kesimpulan. Namun demikian penggunaan alat radon untuk menentukan suatu patahan sudah dapat dibuktikan.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. NEWJEC Inc., Site Data report, Feasibility Study of the First Nuclear Power at Muria Peninsula Region Central Java, Osaka, Japan, 1996.
2. HARRY YUSRON dkk, Penggunaan RDA200 Dalam Tahapan Prospeksi Sistematik Eksplorasi Uranium., Oktober 1999.
3. DIREKTORAT VULKANOLOGI, Karakteristik Gunung Merapi, Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kegunungpian., Maret 2000
4. BUNAWAS, Pengaruh Meteorologi dan Kondisi Tanah Terhadap Radon Dalam Tanah, 1985
5. SCINTREX: Operation Manual RDA200/Radon Daughter Detector. Scintrex Canada 1993.