

STUDI INTERKONEKSI SUNGAI BAWAH
TANAH ANTARA GUA SEROPAN DENGAN
GUA BRIBIN, MENGGUNAKAN PERUNUT
RADIOISOTOP ³² Br.

Ir. Wibagijo, Drs. Indroyono, Taryono, Darman
dan Bungkus P.

1272

IR. WIBAGIJO, DRS. INDROYONO,
TARYONO, DARMAN DAN BUNGKUS P.
STUDI INTERKONEKSI SUNGAI BAWAH
TANAH ANTARA GUA SEROPAN DENGAN
GUA BRIBIN, MENGGUNAKAN PERUNUT
RADIOISOTOP ³² Br.

Ir. Wibagijo, Drs. Indroyono,
Taryono, Darman dan Bungkus P.

STUDI INTERKONEKSI SUNGAI BAWAH TANAH ANTARA GUA SEROPAN DENGAN GUA BRIBIN, MENGGUNAKAN PERUNUT RADIOISOTOP ^{82}Br .

Ir. Wibagiyo, Drs. Indroyono, Taryono, Darman dan Bungkus P.
Puslitbang. Teknologi Isotop dan Radiasi

Abstrak

Studi interkoneksi sungai bawah tanah antara gua Seropan dan gua Bribin, menggunakan pernut radioisotop ^{82}Br , telah dilakukan pada bulan April 1999. Aktivitas radioisotop 100 mCi yang diinjeksikan pada aliran sungai di gua Seropan yang mempunyai debit sekitar 2000 liter/detik kecepatan sekitar 5 meter/detik. Pemantauan dilakukan di gua Bribin, Toto, Grubug, dan Ngreneng. Pemantauan berlangsung sekitar 72 jam menggunakan detektor yang dirangkaikan dengan scaler dan ratemeter. Hasil pantauan menunjukkan tidak adanya anomali radioaktivitas diatas background maka dapat disimpulkan bahwa sungai bawah tanah dari gua Seropan tidak berhubungan dengan sungai di salah satu gua tersebut diatas. Atau kemungkinan lain bahwa aliran sungai setelah Gua Seropan terdapat tumpungan besar atau danau sehingga radioisotop memerlukan waktu yang lebih lama untuk mencapai salah satu gua diatas.

Abstract

INTERCONNECTION STUDY OF SUBSURFACE RIVER BETWEEN SEROPAN AND BRIBIN CAVES, USING RADIOISOTOPE TRACER ^{82}Br , had conducted in April 1999. The activity of radioisotope was 100 mCi, and injected on river stream in Seropan cave it has flowrate about 2000 litre/second and velocity about 5 meter/second. Monitoring in Bribin, Toto, Grubug, and Ngreneng caves. The monitoring went on about 72 hours using detector was connected with scaler and ratemeter. The result that there was not radioactivity anomaly above of background, so that can take conclusion that subsurface river in Seropan cave not connection with river in one of caves above. Or there is other possibility that downstream river of Seropan there is big reservoir or lake so that radioisotop take long time to arrive on one of caves above.

PENDAHULUAN

Kabupaten Gunung Kidul di bagian selatan banyak dijumpai gunung kecil berbentuk kerucut sehingga disebutnya gunung sewu atau pengunungan seribu. Di daerah ini juga banyak dijumpai gua, sungai bawah tanah atau sungai yang masuk kedalam gua dan juga banyak dijumpai telaga. Itulah merupakan ciri daerah yang disebut daerah karst atau daerah yang terletak pada batuan yang mempunyai sifat larut terhadap air.

Telaga yang merupakan air permukaan yang berasal dari air hujan yang terkumpul pada permukaan bumi yang memiliki topografi sebagai cekungan. Air telaga ini dimanfaatkan oleh penduduk untuk keperluan rumah tangga, ternak dan pertanian. Pada musim kemarau air telaga ini sangat terasa sekali manfaatnya dimana tandon (penampung) air hujan yang hampir dimiliki oleh setiap penduduk setempat jumlahnya terbatas sehingga cadangan air menipis. Oleh karena itu jika tandon air

hujan habis maka penduduk akan memanfaatkan air telaga ini sehematnya sebelum telaga tersebut juga kering akibat diambil oleh penduduk untuk kebutuhan rumah tangga, sebagian meresap kedalam bumi ataupun sebagian lagi akibat proses penguapan. Setelah air telaga yang diandalkan kering maka penduduk hampir selalu minta uluran tangan pemerintah daerah ataupun masyarakat peduli untuk membantu mendatangkan air yang dibawa dengan truk tangki air untuk menyambung hidupnya.

Kondisi air telaga yang ada umumnya kurang memenuhi persyaratan kesehatan sebagai air minum, ataupun keperluan lain seperti memasak, mencuci, mandi. Hal demikian tentunya sangat rawan terhadap penyebaran berbagai penyakit menular.

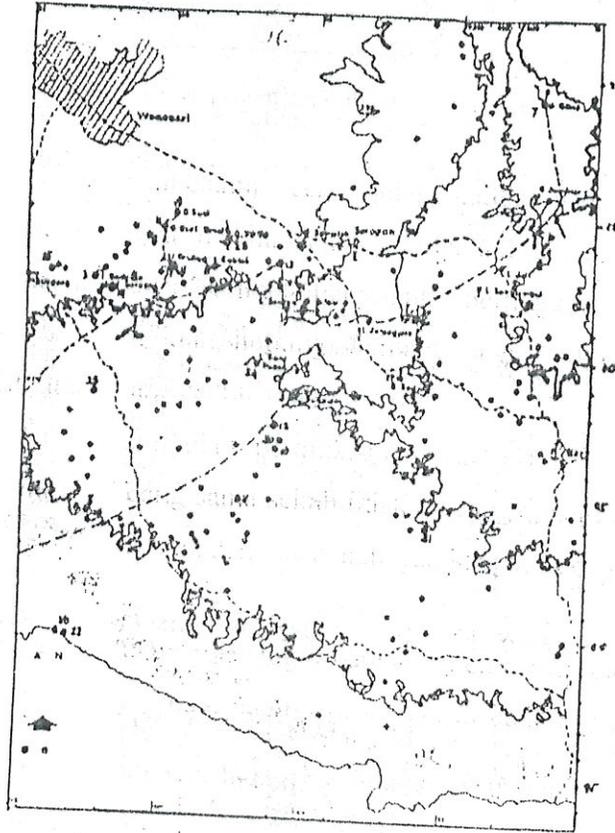
Di beberapa daerah yang dijumpai mata air yang merupakan sungai bawah tanah yang muncul di permukaan, maka daerah tersebut dianggap daerah yang mendapat berkah dari Yang Kuasa. Mata air demikian umumnya lebih jernih sehingga dianggap lebih baik untuk air minum dibanding dengan air telaga. Oleh karena itu sungai bawah tanah mempunyai peran yang sangat penting di daerah ini.

Beberapa tahun terakhir ini gencar dilakukan penelitian dari berbagai disiplin ilmu dalam rangka membantu memecahkan masalah kesulitan air di daerah tersebut, penelitian tersebut antara lain penelitian geologi, geofisika, geohidrologi serta inventarisasi gua, serta pemetaan gua. Banyaknya rongga pada daerah karst serta tidak terdapatnya lapisan aquifer mengakibatkan sulitnya menginterpretasikan terdapat air didalam rongga sehingga penelitian banyak diarahkan untuk mencari sungai bawah tanah.

Hasil penelitian yang telah dilakukan telah banyak membantu mendapatkan sumber air, namun dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, penelusuran gua merupakan penelitian yang dianggap paling besar peranannya didalam kontribusi mendapatkan sumber air. Pemompaan sungai bawah tanah yang sekarang dilakukan hampir sebagian besar merupakan hasil yang dilakukan oleh tim penelusuran gua, bahkan pengeboran pada daerah tertentu kadang tidak tepat mengenai aliran sungai bawah tanah, perlu dipandu oleh tim penelusuran gua untuk dapat tepat kena sasaran.

Dari hasil penelitian tersebut telah banyak membawa kemajuan dalam rangka meningkatkan kualitas hidup masyarakat daerah, diantaranya telah dibangun pompa-pompa penyedotan air sungai bawah tanah untuk disuplai ke masyarakat. Sehingga

sungai bawah tanah sekarang merupakan sumber air utama di daerah tersebut karena dianggap lebih bersih dibanding air telaga, akan tetapi alur sungai bawah tanah tersebut belum seluruhnya dapat diketahui secara jelas.



Gambar 1. Peta daerah penelitian, titik hitam adalah gua.

Hubungan sungai perlu diketahui secara jelas, karena pada daerah karst sungai bawah tanah kadang dapat berada sejajar horisontal dengan aliran yang berlawanan, bahkan dapat juga saling menyilang bertingkat tidak saling berhubungan. Dari pola yang demikian, hubungan antara sungai satu dengan sungai lainnya menjadikan sulit ditentukan.

Peralatan pengukuran ketinggian permukaan seperti altimeter tidak dapat berfungsi secara baik, bahkan kadang sama sekali tidak berfungsi, hal ini disebabkan oleh faktor tekanan udara dan kelembaban di dalam gua sangat berbeda dengan di luar.

Pemetaan topografi didalam gua juga banyak membantu dalam rangka mengetahui elevasi sungai bawah tanah, namun pemetaan di dalam gua yang sama

sekali tidak ada sinar tentu memakan waktu lama serta membawa resiko yang tinggi. Namun demikian pemetaan yang telah dilakukan sangat bermanfaat untuk mengantisipasi langkah dalam pengembangan lebih lanjut.

Studi interkoneksi dianggap penting, setelah terjadinya beberapa masalah dalam eksploitasi sungai bawah tanah dengan sistem pemompaan. Sebagaimana terjadi di gua Bribin, dimana telah dilakukan pemompaan sungai bawah tanah dengan debit 90 liter/detik, dari debit sungai sekitar 700 l/detik pada musim kemarau. Kemudian ditemukan sungai bawah tanah di gua Seropan dengan debit 850 liter/detik pada musim kemarau yang berjarak kurang lebih 5 km sebelah utara dari Gua Bribin, dengan debit yang besar maka sungai bawah tanah di gua Seropan dieksploitasi dengan dilakukan pengeboran diatas sungai bawah tanah tersebut. Dari segi tata letak gua Seropan lebih strategis, karena lokasi di sekitar perumahan pedesaan dan dilakukan pemompaan lewat pengeboran diatras bukit sehingga lebih luas kemungkinan distribusinya. Sekarang pemompaan air di gua Seropan telah dilakukan dengan debit 90 liter/detik dan rencana pemompaan di gua Seropan akan ditingkatkan karena letaknya yang strategis tersebut. Munculah suatu kekawatiran terhadap sungai bawah tanah di gua Bribin, karena jika berhubungan teru dapat mengganggu kelangsungan pemompaan di Bribin. Oleh karena itu perlu dilakukan studi interkoneksi sungai bawah tanah di Seropan dan Bribin dan sekitarnya. Disinilah perlu ada kepastian bahwa suatu sungai di dalam gua saling berhubungan atau tidak, perlu untuk diketahui secara jelas, jika belum diketahui secara pasti maka dapat jadi pekerjaan yang memakan biaya besar menjadi sia-sia.

GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Lokasi daerah penelitian terletak pada Garis Bujur Timur $110^{\circ} 37'$ hingga $110^{\circ} 43'$ dan Garis Lintang Selatan $7^{\circ} 57'$ hingga $8^{\circ} 03'$, secara administrasi termasuk wilayah Kecamatan Semanu Kabupaten Gunung Kidul, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Elevasi daerah penelitian berkisar dari 135 m hingga 230 m dari permukaan laut. Daerah penelitian dikenal sebagai daerah batu gamping yang tandus akibat sulitnya didapatkan sumber air yang mengalir sepanjang tahun.

Geomorfologi daerah penelitian masuk dalam katagori daerah karst yang dicirikan dengan banyaknya kerucut dan kadang dijumpai telaga atau lubang besar sebagai *shinkhole*, dan daerah ini terletak di bagian tenggara dari daerah penelitian.

Batuan di daerah penelitian ini terdiri dari batugamping yang mudah larut terhadap air oleh karena itu banyak dijumpai lubang-lubang pada batuan, baik yang berukuran kecil maupun besar bahkan lubang yang saling berhubungan membentuk sungai bawah tanah ataupun gua. Aliran di permukaan tidak terbentuk karena banyaknya lubang pada batuan sehingga air hujan yang jatuh akan segera masuk ke dalam lubang dan bergabung sebagai sungai bawah tanah.

Tingkat pelapukan umumnya kurang efektif mengakibatkan daerah penelitian termasuk katagori tanah tandus atau gersang. Jika ada soil yang terjadi sebagai akibat pelapukan maka akan segera terbawa air hujan ke dalam lubang atau tertinggal disekitar lubang, oleh karena itu soil yang relatif banyak dijumpai pada daerah rendah seperti telaga atau sekitar *shinkhole*. Dan daerah seperti ini oleh penduduk sekitar dimanfaatkan sebagai daerah pertanian yang cukup baik.

TATA KERJA

Sebelum dilakukan pelepasan isotop, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi terhadap aktifitas isotop terhadap satuan count per detik yang ada pada peralatan pencatan radioaktivitas (ratemeter). Dengan cara mengambil beberapa 1 cc isotop dilarutkan ke dalam 1 liter air, kemudian dilakukan pencataan berulang kali minimal 10 kali. Selanjutnya kedalam air tersebut ditambahkan lagi 1 cc dan dilakukan pencatatan berulang kali. Langkah tersebut diulang lagi dengan menambahkan 1 cc isotop hingga semua isotop tercampur dalam 1 liter air. Kemudian sehingga akan ditemukan angka tertentu sebagai angka kesetaraan terhadap radioaktivitas dari isotop dengan mencatat radioaktivitas pada scaller.

Pelepasan isotop di gua Seropan dilakukan setelah para pencatat radioaktivitas (pemantau) di gua lain siap semua, dengan peralatan yang telah nyala (on). Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi bila terjadi aliran yang cepat dan langsung maka dapat terdeteksi.

Pemilihan jenis isotop mempertimbangkan berbagai faktor yakni isotop yang tidak bereaksi dengan media yang dilalui batu gamping (Ca CO_3) dan larut terhadap air, waktu paruh relatif pendek (35,7 Jam) dan pada aktivitas yang kecil masih dapat terdeteksi oleh alat yang digunakan.

Injeksi isotop buatan ^{82}Br dengan aktivitas 100mCi dilakukan pada pukul 10.20 WIB tanggal 4 April 1999 dan pada saat pelepasan debit sungai bawah tanah di gua Seropan sekitar 2000 liter/detik dengan kecepatan aliran sekitar 5 meter/detik. Penelitian ini dilakukan dalam musim perubahan dari hujan ke kemarau yakni bulan April akan tetapi pada saat itu di daerah penelitian masih sering turun hujan, sehingga debit sungai bawah tanah masih cukup besar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peralatan deteksi (ratemeter dan scaller) sebelum digunakan pada air sungai bawah tanah terlebih dahulu mengukur background radioaktivitas yang ada disekitarnya. Dengan demikian maka aktivitas yang lebih besar dari nilai background minimal 2 kalinya dianggap adanya radioaktivitas diluar background.

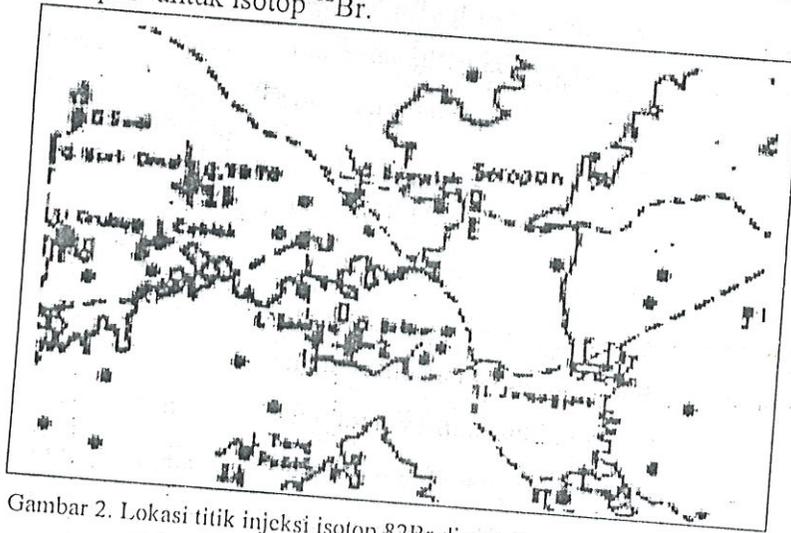
Hasil pencacatan background dan hasil pemantauan radioaktivitas pada beberapa lokasi pemantauan dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini. Nilai tersebut adalah nilai rata-rata yang dihitung dari beberapa pencatatan yang dilakukan dilapangan.

Tabel 1. Hasil pencatatan Background dan pemantauan.

No	Pemantuan di Gua	Nilai Background rata-rata (Count/detik)	Nilai Pemantauan rata-rata (Count/detik)
1	Bribin	39	40
2	Toto	38	38
3	Nggreneng	40	39
4	Grubug	39	40

Radioaktivitas isotop ^{82}Br yang dilepaskan 100 mCi dengan debit 2000liter/detik maka selama 30 menit akan didapatkan volume 3.600.000 liter maka diperoleh radioaktivitas 100 mCi/3.600,000 liter atau 0,027778 $\mu\text{Ci/liter}$. Kalau 1 μCi

= 37 kBq maka nilai tersebut sama dengan 1,02778 kBq/liter atau 1,02778 MBq/m³, nilai tersebut masih jauh dibawah nilai MPC (Maximum Permissible Concentration) yakni 12,5 MBq/m³ untuk isotop ⁸²Br.



Gambar 2. Lokasi titik injeksi isotop ⁸²Br di gua Seropan dan dipantau pada gua Bribin, Toto, Ngreneng dan Grubug.

Jarak horisontal antara Seropan dan gua lainnya kurang lebih 5 km yang diperkirakan dengan skala peta yang ada. Kalau kecepatan aliran sungai yang terukur di Seroapan adalah 5 m/detik maka jika aliran dianggap kontans pada jarak 5 km menempuh waktu sekitar 2,7778 jam. Sedangkan kalau menurut Gaspar dan Oncescu (1972) jarak sebenarnya kurang lebih sama atau lebih besar dari akar kwadrat jarak horizontal dan vertikal atau ditulis dengan rumus

$$L \geq \sqrt{(H^2 + L_0^2)}$$

Dimana L adalah jarak titik injeksi dan titik pantau yang akan dicari, H adalah perbedaan elevasi titik injeksi dan titik pantau dan L₀ adalah jarak horizontal dari titik injeksi ke titik pantau. Jika dicari dengan rumus tersebut maka didapatkan jarak yang tidak terpaut jauh dari 5 km, mengingat jarak vertikal sekitar 5 m. Sehingga waktu tempuhnya juga hampir sama.

Jika pada jarak sekitar 5 km ditempuh dalam waktu 2,7778 jam maka pemantauan yang dilakukan selama 3 hari berarti 3x 24 jam yaitu 72 jam akan mencapai kurang lebih 125,59 km. Oleh karena itu dari faktor lamanya waktu pemantauan lebih dari cukup, artinya jika memang ada isotop yang melewati lokasi pemantauan tentunya akan terdeteksi.

Dari hasil pemantauan di lokasi gua-gua tersebut diatas tidak satupun menunjukkan adanya anomali terhadap radioaktivitas diatas background. Oleh karena itu dapat diartikan tidak ada isotop yang melewati ke 4 titik lokasi pemantauan, dengan demikian maka dapat diduga bahwa sungai bawah tanah di gua Seropan tidak berhubungan dengan sungai bawah tanah di ke 4 gua tersebut diatas. Kemungkinan lain adanya danau yang cukup besar diantara gua Seropan dan gua-gua tersebut diatas, sehingga volume air yang terlalu besar menyebabkan radioaktivitasnya semakin kecil sehingga tak terdeteksi, ataupun aliran sungai menjadi sangat tenang sehingga aliran sangat lambat sekali.

Dari hasil penelitian tersebut maka perlu penelitian berikutnya untuk membuktikan adanya danau besar yang berada di bawah tanah dengan menggunakan isotop dengan waktu paruh lebih lama atau perlu dilakukan pemantauan dari gua lain, selain gua tersebut diatas.

KESIMPULAN

Dari data lapangan sesuai dengan hasil pemantauan di beberapa gua maka tidak menunjukkan adanya anomali terhadap radioaktivitas. Oleh karena itu ada beberapa kesimpulan yang mungkin dapat ditarik sementara yakni:

1. Sungai bawah tanah dari Gua Seropan tidak berhubungan dengan gua Bribin, Gua Toto, Gua Grubug dan Gua Nggreneng.
2. Kemungkinan lain adalah setelah Gua Seropan terdapat danau besar sehingga isotop tertampung dan terencerkan dalam danau akibatnya aliran isotop terhambat perjalanannya sehingga memerlukan waktu yang lebih lama serta konsentrasi isotop mengecil akibat terencerkan dan faktor peluruhan sehingga tak terdeteksi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alfred Bogli, 1980, Karst Hydrology and Physical Speleology, Springer-Verlag, New York.
2. Batsche, H., Field and laboratory test of Chromium-51 EDTA and Tritium water as double tracer for groundwater flow., Radioisotopes in Hydrology IAEA, Viena, 347-363 (1963).

3. Burdon, D.J, ERIKSSON, E, PAPANIMITROPOULOS, PAPANAKIS, N. PAYNE,B.R., The use of Tritium in Tracing karst groundwater in Greece, Radioisotopes in Hydrology (proc Symp. Tokyo, 1963). IAEA,Vienna (1963) 309.
4. Directorate General of Water Resources Development, 1984, Greater Yogyakarta Groundwater Resources Study, Overseas Development Administration, London, Vol 3C Cave Survey.
5. Gaspar E. and Oncescu M., 1972, Radioactive Tracer In Hydrology, Elsevier, New York.
6. Jeanning, J.N., 1971, "Karst" in the series an Introduction to Systematic Geomorphology, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
7. Robert V. Thoman and John A. Mueller,1987, Principles of surface Water Quality Modeling and Control,Harper Collins Publishers,New York