

**INVENTARISASI POTENSI SUMBER DAYA URANIUM DAERAH KAWAT,
MAHAKAM HULU, KALIMANTAN TIMUR TAHAPAN PROSPEKSI DETIL****Ngadenin, I Gde Sukadana, Adi Gunawan Muhammad, Surtpto**Pusat Pengembangan Geologi Nuklir – BATAN
Jl. Lebak Bulus Raya No. 9, Pasar Jum'at, Jakarta 12440
Email: ngadenin@batan.go.id

Masuk: 3 Maret

Revisi: 11 Oktober

Diterima: 21 Oktober

ABSTRAK

INVENTARISASI POTENSI SUMBER DAYA URANIUM DAERAH KAWAT, MAHAKAM HULU, KALIMANTAN TIMUR TAHAPAN PROSPEKSI DETIL. Hasil prospeksi pendahuluan di Kalimantan Timur menemukan beberapa lokasi anomali radioaktivitas batuan di hulu sungai Mahakam seluas 25 km² pada batuan gunung api asam. Penelitian ini bertujuan mengetahui tatanan geologi dan karakter mineralisasi uranium secara rinci. Metoda yang digunakan adalah pemetaan geologi, radioaktivitas dan geokimia bersekala 1:10.000. Litologi daerah Kawat tersusun oleh satuan batulempung hitam, satuan batupasir feldspatik, satuan riolit Nyaan, satuan andesit bawah, satuan riolit Kawat, satuan andesit atas, dan satuan batupasir tufan. Sesar yang berkembang adalah sesar geser mengangan dan sesar normal. Sesar geser mengangan berarah barat-timur dan barat daya-timur laut, sementara sesar normal berarah barat-timur dan barat daya-timur laut. Pada daerah ini terdapat dua kali periode pembentukan uranium, yaitu yang berhubungan dengan terbentuknya riolit Nyaan dan yang berhubungan dengan riolit Kawat. Mineralisasi uranium dikelompokkan menjadi dua yaitu mineralisasi uranium kelompok Nyaan dan mineralisasi uranium kelompok Kawat. Mineralisasi U terbentuk pada tahap proses hidrotermal dan termasuk cebakan U vulkanogenik klas pneumatogenik. Diperoleh dua sektor potensial uranium yaitu sektor Nyaan dengan luas sekitar 6 km² dan sektor Kawat dengan luas sekitar 10 km².

Kata kunci: geologi, mineralisasi, uranium, Nyaan, Kawat.**ABSTRACT**

INVENTORY OF URANIUM RESOURCES POTENCY AT KAWAT AREA, UPPER MAHAKAM, EAST KALIMANTAN DETAILED PROSPECTING STAGE. Result of the general prospecting in East Kalimantan has found several radioactivity outcrop anomalies at upper Mahakam in the acid volcanic rock area which is approximately 25 km² in wide. The objective of the research is to know detailed geological information and characteristic of uranium mineralization. Method of this research are detailed geological, radiometric and geochemical mapping 1:10.000 on scale. The lithology of Kawat area is composed of seven units of rock. They are black clay unit, feldspatic sandstone unit, Nyaan rhyolite unit, lower andesite unit, Kawat rhyolite unit, upper andesite unit and tuffaceous sandstone unit. Evolving fault is dextral fault and normal fault. The trending of dextral fault is west-east and southwest-northeast, meanwhile the trending of normal faults is west-east and southwest - northeast. There are two period of uranium mineralization occurrences in the area, the first is connected with the eruption of Nyaan rhyolite magma and the second is connected with the eruption of Kawat rhyolite magma. Uranium mineralization occurred in the stage of hydrothermal process and including in the pneumatogenic class of volcanogenic uranium deposits. This investigation has yielded two sites of potential uranium sector are the Nyaan sector with an area of about 6 km² and Kawat sector with an area of about 10 km².

Keywords: geology, uranium, mineralization, Nyaan, Kawat.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

BATAN telah bekerjasama dengan CEA Perancis melakukan eksplorasi uranium pada tahap pendahuluan di Kalimantan Timur. Hasil eksplorasi mendapatkan daerah potensial uranium seluas 25 km² terletak di hulu sungai Mahakam, Kalimantan Timur. Daerah potensial uranium tersebut disebut daerah Kawat dan dicirikan oleh adanya beberapa anomali radioaktivitas batuan yang mempunyai nilai berkisar antara 1500 hingga 15.000 c/s SPP 2 NF^[1]. Anomali-anomali tersebut terkonsentrasi pada batuan gunung api berkompisisi asam hingga menengah yang berumur Tersier^[2].

Dengan adanya anomali-anomali radioaktivitas batuan yang mencapai 15.000 c/s pada batuan gunung api, maka merupakan suatu indikasi yang sangat kuat terdapat mineralisasi uranium yang cukup prospek untuk diteliti lebih lanjut.

Tatanan geologi secara rinci dan karakteristik mineralisasi uranium di daerah ini belum diketahui secara pasti. Guna mengetahui tatanan geologi secara rinci dan karakteristik mineralisasi uranium daerah Kawat maka dilakukan eksplorasi detil pada daerah seluas 25 km² dengan cara pemetaan geologi, pemetaan radioaktivitas batuan, pemetaan geokimia batuan, lumpur dan mineral berat. Adanya mineralisasi uranium pada suatu daerah akan ditunjukkan oleh anomali radioaktivitas batuan, anomali kadar uranium batuan, anomali kadar uranium mobil lumpur dan mineral berat.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tatanan geologi dan karakteristik mineralisasi uranium daerah Kawat, Mahakamm Hulu, Kalimantan Timur sehingga dapat ditentukan luas sektor potensial uranium.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian secara administratif terletak di kawasan Desa Long Tuyo, Kecamatan Long Pahangai, Kabupaten Kutai Barat, Propinsi Kalimantan Timur, sedangkan secara geografis terletak pada koordinat 114° 54,5' BT – 114° 57' BT dan 0° 51,8' LU – 0° 56,7' LU (Gambar 1). Untuk menuju ke lokasi penelitian, perjalanan dimulai dari kota Samarinda menyusuri sungai Mahakam menuju Desa Long Iram menggunakan kapal yang cukup besar ditempuh selama kurang lebih 36 jam. Dari Desa Long Iram ke Kawat (lokasi penelitian) oleh karena kondisi sungai mulai mengecil dan banyak terdapat riam, perjalanan dilanjutkan menggunakan *longboat* menyusuri sungai Mahakam ditempuh selama kurang lebih 6 jam.

PERALATAN DAN TATA KERJA

Peralatan Kerja

Peralatan kerja yang digunakan dalam penelitian adalah:

- 1) Peralatan pemetaan geologi: *Global Positioning System* (GPS), kompas geologi, palu geologi, kaca pembesar (*loupe*), rol meter dan kamera
- 2) Detektor sinar gamma SPP 2 NF untuk pemetaan radioaktivitas batuan
- 3) Dulang untuk mengambil contoh mineral berat
- 4) Mikroskop polarisasi tembus cahaya untuk analisis petrografi
- 5) Mikroskop polarisasi sinar pantul untuk analisis mineragrafi
- 6) Flourimeter untuk analaisis kadar U



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Metoda Kerja

Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Pemetaan geologi berskala 1:10.000 dengan cara pengamatan singkapan batuan di sepanjang lintasan sungai. Pengambilan contoh batuan dilakukan pada setiap litologi yang berbeda untuk keperluan analisis petrografi yang bertujuan untuk mengetahui nama batuan dan komposisi mineralnya secara mikroskopis.
- 2) Pemetaan radioaktivitas batuan berskala 1:10.000 dengan cara pengukuran radioaktivitas singkapan batuan di sepanjang lintasan sungai. Pengambilan contoh batuan dilakukan pada setiap lokasi anomali radioaktivitas untuk keperluan analisis mineragrafi dan kadar uranium total batuan.
- 3) Pengambilan contoh lumpur sungai secara ayak kering dari fraksi berukuran 80 mesh di sepanjang lintasan sungai berjarak 100 – 200 meter untuk keperluan analisis kadar uranium mobil yang bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya sumber mineralisasi uranium di hulu sungai.
- 4) Pengambilan contoh mineral berat di muara-muara sungai dengan cara mendulang pasir sungai untuk keperluan analisis kadar uranium mobil yang bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya sumber mineralisasi uranium di hulu sungai.
- 5) Analisis mineragrafi dari contoh batuan yang beranomali radioaktivitas dilakukan menggunakan mikroskop polarisasi sinar pantul dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik mineralisasi uranium dalam batuan.
- 6) Analisis kadar uranium total contoh batuan beranomali radioaktivitas dilakukan menggunakan alat fluorimetri yang bertujuan untuk mengetahui kadar uranium total dalam batuan.
- 7) Analisis kadar uranium mobil contoh lumpur dan mineral berat dilakukan menggunakan alat fluorimetri dengan tujuan untuk mengetahui kadar uranium mobil dalam lumpur atau mineral berat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

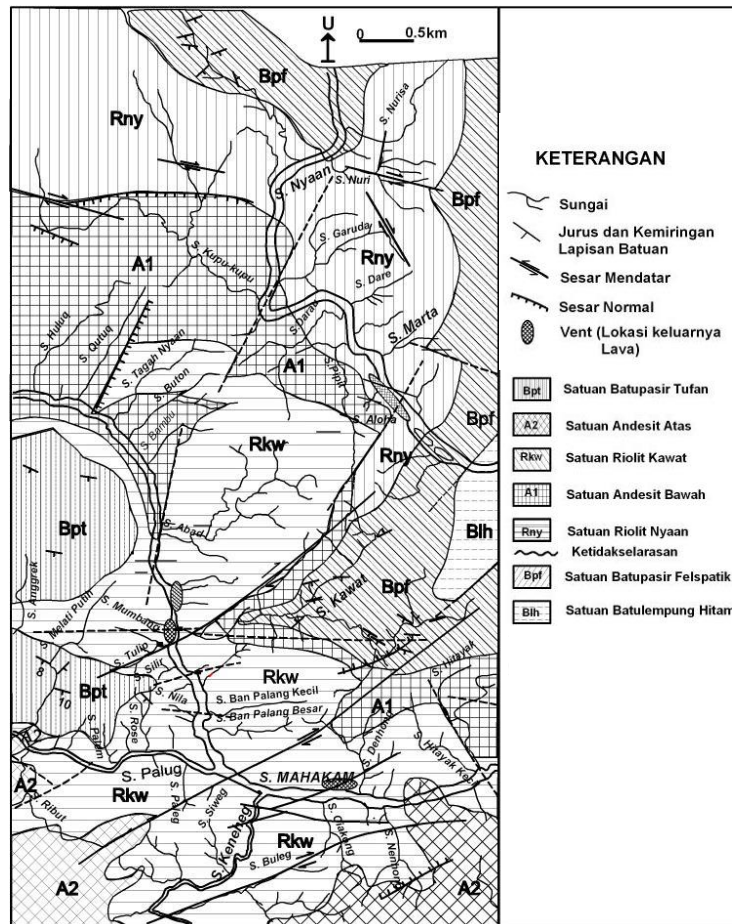
1. Geologi Daerah Kawat

Berdasarkan atas hasil pemetaan geologi di lapangan dan hasil analisis petrografi, susunan litologi daerah penelitian dapat dikelompokkan menjadi tujuh satuan batuan yaitu satuan batulempung hitam, satuan batupasir felspatik, satuan riolit Nyaan, satuan andesit bawah, satuan riolit Kawat, satuan andesit atas dan satuan batupasir tufan (Gambar 2)

- a. Satuan batulempung hitam
Satuan batuan ini berupa batulempung hitam, lunak, berlapis tipis dengan ukuran butir lempung-lanau, warna abu-abu hingga abu-abu kehitaman.
- b. Satuan batupasir felspatik
Satuan batuan ini tersusun oleh batupasir dan batulanau. Batupasir, berwarna abu-abu gelap, ukuran butir pasir halus hingga pasir sedang, bentuk butir membulat, sortasi baik, komposisi mineral: feldspar, kuarsa dan mineral mafik, semen silika, kompak. Batupasir ini memperlihatkan perlapisan yang baik dengan kedudukan umum berarah barat laut – tenggara miring 30° hingga 75° ke timur laut. Batulanau, berwarna abu-abu kecoklatan, ukuran butir lanau, komposisi mineral terdiri atas kuarsa, feldspar dan serisit.
- c. Satuan riolit Nyaan
Satuan riolit Nyaan tersusun oleh perselingan antara riolit, breksi gunung api dan tuf. Riolit terdiri atas riolit porfir, riolit *rubane* dan riolit *flame*. Riolit porfir, berwarna putih hingga putih kehijauan, tekstur faneroporfiritik. Fenokris terdiri atas kuarsa, orthoklas, plagioklas, klorit, dan mineral opak. Masa dasar terdiri atas material gunung api halus, kompak berwarna putih. Riolit *rubane*, berwarna abu-abu kehijauan, tekstur faneroporfiritik. Fenokris terdiri atas kuarsa, feldspar, klorit, mineral kuarsa memperlihatkan bentuk elips. Masa dasar tersusun oleh feldspar, kuarsa dan silika. Batuan ini kadang-kala memperlihatkan struktur penjajaran mineral dengan perselingan antara mineral gelap dan terang. Riolit *flame*, berwarna putih dengan struktur *flame* berwarna hitam. Batuan tersusun oleh mineral kuarsa, ortoklas dan plagioklas dengan struktur *flame* berbentuk elips tersusun oleh kumpulan mineral mafik. Breksi gunung api, berwarna putih abu-abu hingga putih kecoklatan, fragmen berukuran kerikil hingga kerakal terdiri atas riolit, kuarsa, feldspar, bentuk membulat tanggung hingga menyudut, kemas terbuka, sortasi jelek. Matriks berukuran pasir terdiri atas material gelas, semen silika. Tebal batuan ini berkisar antara 5 – 7 m. Tuf, berwarna putih keabu-abuan, struktur perlapisan tipis dengan ketebalan berkisar antara 10 - 30 cm, ukuran butir pasir halus, komponen penyusun terdiri atas gelas vulkanik.
- d. Satuan andesit bawah
Satuan andesit bawah tersusun oleh perselingan antara andesit, breksi gunung api dan tuf. Andesit, berwarna abu-abu kehijauan, tekstur porfirofanitik. Fenokris terdiri atas plagioklas berukuran 3 - 5 mm dan biotit berukuran 1 - 2 mm. Masa dasar tersusun oleh gelas vulkanik dan feldspar yang sebagian telah mengalami alterasi. Di beberapa tempat terlihat struktur perlapisan dan lava bantal dengan struktur kekar radier. Breksi gunung api, berwarna abu-abu kehijauan hingga abu-abu kehitaman, fragmen berupa andesit berukuran bolder, masa dasar berukuran kerikil hingga kerakal berupa batuan andesitik, semen material gelas. Tuf, berwarna abu-abu kehijauan, berukuran lanau hingga pasir, komponen penyusun terdiri atas material gelas.

e. Satuan riolit Kawat

Satuan riolit Kawat tersusun oleh perselingan antara riolit, breksi gunung api dan tuf. Riolit, berwarna putih keabu-abuan hingga putih kehijauan, tekstur porfiroafanitik. Fenokris berukuran 0,2 - 2 milimeter terdiri atas kuarsa, ortoklas, plagioklas dan biotit. Masa dasar dengan ukuran < 0,2 milimeter terdiri atas kuarsa, ortoklas, zirkon dan mineral opak. Sebagian mineral feldspar pada masa dasar telah mengalami alterasi dan berubah menjadi mineral lempung. Di beberapa tempat kadang – kadang terdapat segregasi klorit dan biotit. Pada batuan ini terdapat mineral kuarsa yang mengisi rekahan-rekahan. Breksi gunung api, berwarna putih keabu-abuan, kemas terbuka, sortasi jelek. Fragmen berukuran kerikil-kerakal, bentuk membulat tanggung – menyudut, tersusun atas riolit, kuarsa dan feldspar. Masa dasar berukuran pasir kasar tersusun oleh kuarsa, feldspar dan material gelas, semen silika. Di beberapa tempat sebagian feldspar teralterasi menjadi serisit. Tuf, segar berwarna putih keabu-abuan, lapuk berwarna putih kecoklatan, ukuran butir lanau-pasir halus, komponen penyusun terdiri atas material gelas.



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Kawat, Mahakam Hulu, Kalimantan Timur

f. Satuan andesit atas

Satuan andesit atas tersusun oleh perselinganantara andesit, breksi gunung api dan tuf. Andesit, berwarna abu-abu kehijauan hingga abu-abu kehitaman, tekstur afanitik hingga porfiroafanitik, komposisi mineral terdiri atas plagioklas, ortoklas, biotit, hornblenda. Breksi gunung api, berwarna hitam keabu-abuan, fragmen andesit berukuran bolder, masa dasar berupa material gelas dan semen silika. Tuf, berwarna hijau, berlapis tipis, ukuran butir lanau hingga pasir halus, komponen penyusun terdiri atas material gelas.

g. Satuan batupasir tufan

Satuan batupasir tufan berupa batupasir, berwarna putih abu-abu, srtuktur berlapis dengan perlapisan berarah barat-timur miring 10° ke selatan, ukuran butir pasir sedang, komposisi mineral terdiri atas kuarsa, feldspar dan gelas.

Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian terdiri atas sesar dan kekar. Sesar-sesar yang berkembang adalah sesar-sesar geser menganan yang berarah umum barat-timur seperti sesar di Sungai Mumbang dan sesar di Sungai Nuri, sesar-sesar geser menganan yang berarah barat daya-timur laut seperti sesar di Sungai Buleg dan sesar di Sungai Kawat. Sesar-sesar turun yang berarah barat-timur seperti sesar di sungai Kupu-kupu serta sesar-sesar turun berarah barat daya-timur laut seperti sesar di Sungai Denhong (Gambar 2). Kekar yang berkembang adalah kekar yang berarah utara-selatan, barat daya - timur laut dan barat-timur.

2. Radioaktivitas

Hasil pemetaan radioaktivitas singkapan batuan menunjukkan bahwa radioaktivitas batuan yang normal berkisar antara 25 c/s hingga 200 c/s seperti yang tertera dalam Tabel 1.

Tabel 1. Radioaktivitas Singkapan Batuan Daerah Penelitian

| No | Satuan batuan | Radioaktivitas (c/s SPP 2 NF) |
|----|----------------------|--------------------------------|
| 1 | Batulempung hitam | 60 -100 |
| 2 | Batupasir feldspatik | 60 – 80 |
| 3 | Riolit Nyaan | 120 – 200 |
| 4 | Andesit bawah | 25 |
| 5 | Riolit Kawat | 100 – 200 |
| 6 | Andesit atas | 25 |
| 7 | Batupasir tufan | 25 - 100 |

Anomali radioaktivitas batuan diasumsikan lebih dari tiga kali nilai radioaktivitas latar batuan riolit yaitu 150 c/s, sehingga anomali radioaktivitas batuan adalah > 450 c/s. Berdasarkan anomali tersebut maka terdapat 16 lokasi anomali di daerah penelitian dengan radioaktivitas berkisar antara 500 – 15.000 c/s (Tabel 2 dan Gambar 3).

3. Kadar Uranium pada batuan, *stream sediment* dan mineral berat.

Analisis kadar uranium total batuan dilakukan terhadap 14 contoh batuan yang diambil dari 16 lokasi anomali yang ada. Hasil analisis tertera pada Tabel 3.

Contoh lumpur yang dianalisis sebanyak 638 contoh, kadar terendah 0,01 ppm dan tertinggi 1,47 ppm. Pengolahan data yang dilakukan secara statistik menunjukkan nilai rata-rata (M) 0,17 ppm, simpangan baku (S) 0,10 ppm. Dengan asumsi nilai anomali adalah lebih besar dari nilai rata-rata ditambah dua kali simpangan baku (S) maka diperoleh nilai anomali (M+2S) adalah >

0,36 ppm. Berdasarkan nilai anomali tersebut maka diperoleh 29 lokasi anomali di daerah penelitian (Gambar 3).

Tabel 2. Anomali Radioaktivitas Batuan

| No | Lokasi Anomali | Radioaktivitas (c/s) SPP 2NF | Litologi | Karakter Anomali |
|----|------------------|-------------------------------|--------------|---|
| 1 | Kawat Bulan | 1.000 - 15.000 | Riolit Kawat | Urut kuarsa tebal desimetrik, mengisi rekahan berarah N 70°E, N 105 °E, dan N170 °E, subvertikal |
| 2 | Kawat | 2.500 - 15.000 | Riolit Kawat | Lensa-lensa kuarsa ukuran desimetrik berarah tak teratur |
| 3 | Nap | 1.000 - 10.000 | Riolit Kawat | Urut kuarsa tebal milimetrik mengisi rekahan berarah N 130 E, subvertikal |
| 4 | Luwang Kubang | 5.000 | Riolit Kawat | Lensa-lensa kuarsa panjang 50 cm, lebar 20 cm dan tebal 10 cm terorientasi N 320°E |
| 5 | Ban Palang Besar | 3.000 - 6500 | Riolit Kawat | Lensa-lensa panjang 10 cm, lebar 7,5 cm dan tebal 10 cm terorientasi N 285° E |
| 6 | Paluq | 500 - 2.500 | Riolit Kawat | Urut kuarsa tebal milimetrik mengisi rekahan berarah N320°E, subvertikal, sebagian lain berbentuk lensa-lensa sentimetrik–desimetrik berarah tak teratur |
| 7 | Denhong | 500 - 1.500 | Riolit Kawat | Lensa-lensa kuarsa sentimetrik tak teratur dan sebagian berbentuk urat tebal sentimetrik mengisi rekahan N160°E dan N260°E subvertikal |
| 8 | Tulip | 1.000 - 6.000 | Riolit Kawat | Urut kuarsa tebal sentimetrik mengisi rekahan-rekahan batuan dengan arah tak teratur |
| 9 | Buleq | 500 . | Riolit Kawat | Lensa-lensa kuarsa sentimetrik-desimetrik, berasosiasi dengan mineral sulfida dan oksida besi. |
| 10 | Siweg | 2500 . | Riolit Kawat | Urut mineral autonit tebal sentimetrik berasosiasi dengan mineral sulfida mengisi rekahan batuan berarah N310°E |
| 11 | Nila | 1500 - 6.500 | Riolit Kawat | Urut kuarsa tebal sentimetrik–desimetrik terdapat dalam suatu zona sesar N95°E. |
| 12 | Roos | 500 – 1.500 | Riolit Kawat | Mengisi lubang–lubang gas diantara dua lapisan riolit, di beberapa tempat berbentuk lensa-lensa terorientasi N330°E berasosiasi dengan mineral pirit |
| 13 | Nuri | 450 - 500 . | Riolit Nyaan | Lensa-lensa kuarsa sentimetrik–desimetrik berasosiasi dengan pirit terorientasi dengan arah N35°E, |
| 14 | Martha | 4500 | Riolit Nyaan | Lensa-lensa kuarsa sentimetrik–desimetrik berasosiasi dengan mineral pirit, kalkopirit, rutil, dan oksida besi. |
| 15 | Aloha | 1.000 - 8.000 | Riolit Nyaan | Pada riolit rubane berbentuk lensa-lensa kuarsa sentimetrik tak teratur; pada riolit porfir berbentuk urat tebal 5 cm mengisi retakan berarah N70°E, sub vertikal dan mengisi lubang-lubang gas yang telah terisi oleh kuarsa |
| 16 | Mumbang | 1.500 - 7.000 | Riolit Kawat | Urut kuarsa mengisi rekahan berarah N90°E , N20°E, dan N 130°E, subvertikal |

Contoh mineral berat yang diperoleh hanya 40 contoh, kadar terendah 0,20 ppm dan tertinggi 11,80 ppm. Kadar yang cukup tinggi ditemukan di dua lokasi yaitu di cabang kanan Sungai Nyaan dengan kadar 3,00 ppm dan di Sungai Darau dengan kadar 11,80 ppm. Pada dua lokasi tersebut dianggap sebagai nilai anomali (Gambar 3).

Tabel 3. Hasil Analisis Kadar Uranium Batuan Beranomali Radioaktivitas

| No | Lokasi anomali | Radioaktivitas (c/s SPP 2NF) | Kadar Uranium Total (ppm) |
|----|------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1 | Kawat Bulan | 1.000 - 15.000 | 1.950 |
| 2 | Kawat | 2.500 - 15.000 | 152,5 |
| 3 | Nap | 1.000 - 10.000 | 167,5 |
| 4 | Luwang Kubang | 5.000 | 467,5 |
| 5 | Ban Palang Besar | 3.000 - 6500 | 787,5 |
| 6 | Paluq | 500 - 2.500 | 72,5 |
| 7 | Denhong | 500 - 1.500 | 14 |
| 8 | Tulip | 1.000 - 6.000 | 277,5 |
| 9 | Buleq | 500 . | - |
| 10 | Siweg | 2500 . | 600 |
| 11 | Nila | 1500 - 6.500 | 325 |
| 12 | Roos | 500 - 1.500 | 120 |
| 13 | Nuri | 450 - 500 . | 115 |
| 14 | Martha | 4500 | 120 |
| 15 | Aloha | 1.000 - 8.000 | 192,5 |
| 16 | Mumbang | 1.500 - 7.000 | - |

4. Mineralisasi Uranium

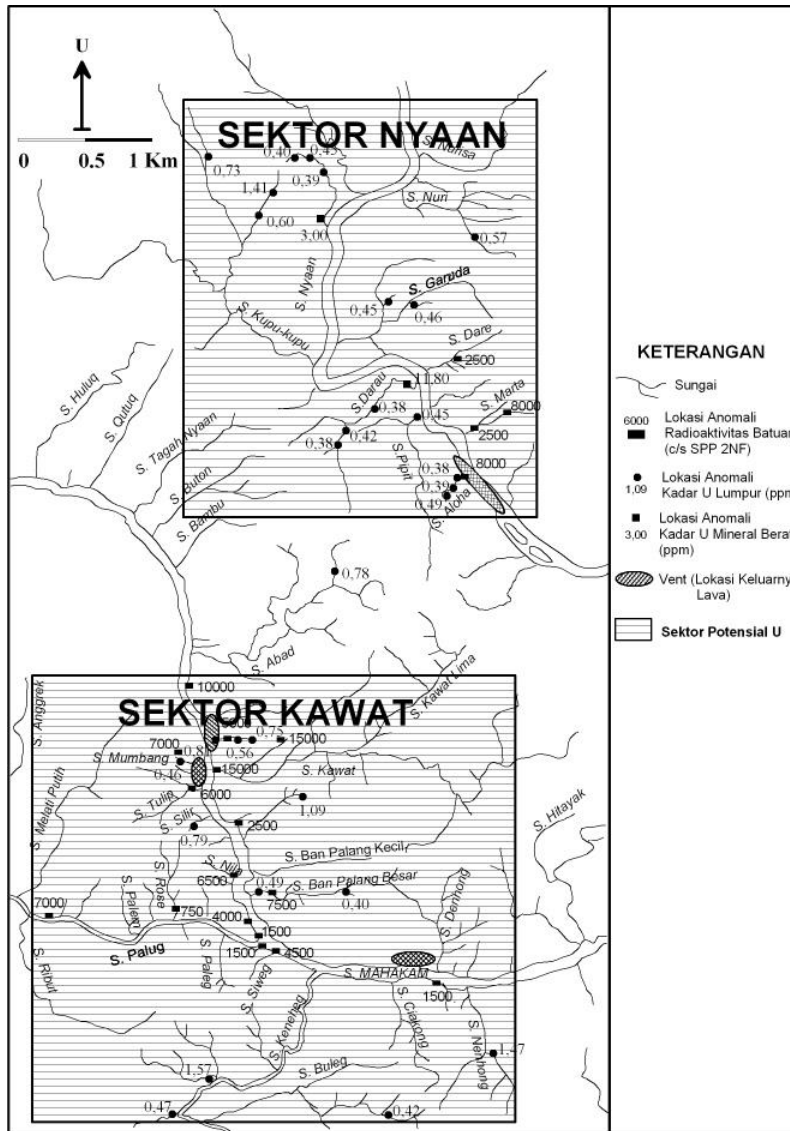
Mineralisasi uranium di daerah penelitian terdiri atas mineral primer yaitu pitchblenda dan mineral sekunder yaitu autonit. Mineral tersebut berasosiasi dengan markasit, rodostaunit, melerikovit, pirit, kalkopirit, bornit, arsenopirit, grafit dan oksida besi.

5. Sektor Potensial Uranium

Sektor potensial uranium ditentukan berdasarkan lokasi terkonsentrasinya anomali radioaktivitas batuan, anomali kadar uranium mobil lumpur dan anomali kadar uranium mobil mineral berat. Hasil penggabungan ketiga lokasi anomali tersebut diatas menghasilkan dua lokasi sektor potensial uranium yaitu sektor potensial uranium Nyaan dan sektor potensial uranium Kawat (Gambar 3).

Pembahasan

Hasil analisis kadar uranium mobil 638 contoh lumpur, memperoleh 29 lokasi anomali yang tersebar hanya pada batuan gunung api asam saja yaitu riolit Nyaan dan riolit Kawat, sedangkan hasil analisis kadar uranium mobil 40 contoh mineral berat, hanya memperoleh 2 lokasi anomali saja dan terletak pada batuan gunung api asam yaitu riolit Nyaan. Berdasarkan kedua data tersebut maka diperkirakan sumber uranium hanya berasal dari batuan gunung api asam saja yaitu riolit, sedangkan pada batuan lainnya tidak memperlihatkan indikasi adanya sumber uranium.

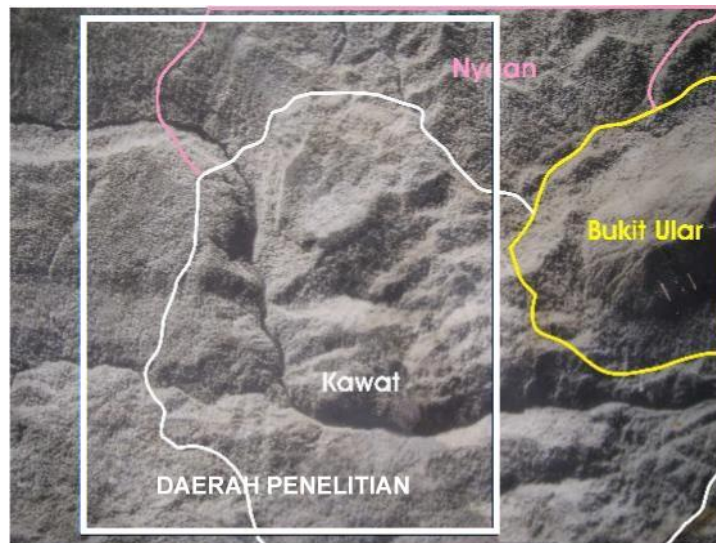


Gambar 3. Peta Sebaran Anomali Radioaktivitas Batuan, Kadar Uranium Lumpur, Mineral Berat dan Sektor Potensial Uranium

Mineral uranium dalam batuan sebagai mineral uranium primer yaitu U^4 terdapat sebagai uranous bersifat stabil dan tidak mudah larut, tetapi pada kondisi oksidasi (atmosferik) U^4 mudah berubah menjadi U^6 (uranil) yang bersifat mobil dan mudah larut oleh aliran air sungai yang kemudian terserap oleh lumpur sungai atau mineral berat

Hasil interpretasi foto udara, menunjukkan bahwa di daerah penelitian telah terjadi dua periode erupsi yaitu erupsi pertama menghasilkan kelompok batuan riolit Nyaan dan erupsi kedua

menghasilkan kelompok batuan riolit Kawat (Gambar 4). Lokasi mineralisasi uranium yang dicerminkan oleh anomali radioaktivitas batuan dijumpai mengelompok menjadi dua kelompok yaitu kelompok pertama terletak di sekitar satuan riolit Nyaan (anomali Nuri, Martha dan Aloha) dan kelompok kedua terletak di sekitar satuan riolit Kawat (anomali Kawat Bulan, Kawat, Nap Luwang Kubang, Ban Palang Besar, Paluq, Denhong, Tulip, Buleq, Siweg, Nila, Roos dan Mumbang). Pada batuan sedimen dan andesit tidak satupun ditemukan anomali radioaktivitas batuan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa proses terbentuknya mineralisasi uranium berhubungan langsung dengan keluarnya magma riolit baik magma riolit Nyaan maupun magma riolit Kawat.



Gambar 4. Foto Udara Daerah Kawat dan sekitarnya

Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa mineralisasi uranium yang dicerminkan oleh anomali radioaktivitas batuan di daerah Nyaan dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu dikontrol oleh litologi dan tektonik. Kontrol litologi ditunjukkan oleh mineralisasi uranium yang berbentuk lensa-lensa berukuran sentimetrik-desimetrik dengan arah tak teratur mengikuti lelehan lava riolit dan yang mengisi lubang-lubang gas yang telah terisi oleh mineral kuarsa, sedangkan kontrol tektonik ditunjukkan oleh mineralisasi uranium yang berbentuk urat-urat berukuran milimetrik-sentimetrik berarah N 70°E subvertikal.

Mineralisasi uranium di daerah Kawat juga dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu dikontrol oleh litologi dan tektonik. Kontrol litologi diperlihatkan oleh mineralisasi uranium berbentuk lensa-lensa berukuran sentimetrik-desimetrik dengan arah tak teratur dan mineralisasi uranium yang terdapat diantara dua lapisan lava riolit, sedangkan kontrol tektonik ditunjukkan oleh mineralisasi uranium berbentuk urat-urat tebal milimetrik-sentimetrik dengan arah tak teratur (N20°E, N90°E, N130°E, N160°E, N280°E, N310°E, N320°E) dan zona sesar berarah N 95°E.

Berdasarkan data pengamatan lapangan tersebut maka mineralisasi uranium di daerah ini dapat dibedakan menjadi dua tipe, yaitu mineralisasi uranium *sin-volcanic* dan mineralisasi *post-volcanic*. Mineralisasi *sin-volcanic* yaitu mineralisasi yang terbentuk bersamaan dengan proses

vulkanisme sehingga keberadaan mineral uranium terkonsentrasi pada bagian yang banyak mengandung gas, dan pada kekar-kekar saat pendinginan lava atau pada lubang-lubang keluarnya gas sisa (*open air holes*) pada saat gas keluar dari lava, sedangkan mineralisasi *post-volcanic* yaitu mineralisasi U yang terjadi pada saat uranium mengisi rekahan-rekahan yang terbentuk pasca gunung api.

Hasil analisis mineragrafis contoh batuan yang diambil dari riolit Nyaan menunjukkan bahwa mineralisasi uranium berupa mineral pitchblenda berasosiasi dengan mineral pirit, arsenopirit, kalkopirit, kalkosit, hematit, rutil, sphalerit, magnetit dan gratonit, sedangkan hasil analisis mineragrafis contoh batuan riolit Kawat menunjukkan mineralisasi uranium berupa pitchblenda berasosiasi dengan mineral pirit, arsenopirit, kalkopirit, markasit, melerikovit, graphit, rhodostaunit, sphalerit, magnetit dan rutil.

Kehadiran pitchblende sebagai mineral uranium dalam batuan riolit dengan asosiasi mineral terdiri atas sphalerit, arsenopirit, dan pirit, menunjukkan bahwa pembentukan mineralisasi uranium berkaitan dengan terobosan magma riolit pada tahap proses hidrotermal^[2,3] dengan kehadiran *pitchblende* yang berasosiasi dengan magnetit dan pirit maka merupakan indikasi sebagai tipe cebakan uranium vulkanogenik dalam klas pneumatogenik^[4].

Hasil penggabungan lokasi terkonsentrasinya anomali radioaktivitas batuan, anomali kadar uranium mobil lumpur dan anomali kadar uranium mobil mineral berat, menghasilkan dua lokasi sektor potensial uranium yaitu sektor potensial uranium Nyaan dengan luas sekitar 6 km² dan sektor potensial uranium Kawat dengan luas sekitar 10 km². Pada dua lokasi sektor potensial uranium tersebut merupakan daerah yang sangat prospek untuk dilakukan prospeksi lanjutan yaitu prospeksi sistematis atau survei geofisika.

KESIMPULAN

1. Litologi daerah Kawat terdiri atas tujuh satuan batuan yaitu satuan batulempung hitam, satuan batupasir feldspatik, satuan riolit Nyaan, satuan andesit bawah, satuan riolit Kawat, satuan andesit atas dan satuan batupasir tufan. Sesar yang berkembang adalah sesar mendatar mengangan barat daya – timur laut dan barat - timur serta sesar turun barat – timur. Satuan riolit Nyaan dan satuan riolit Kawat merupakan batuan pembawa uranium.
2. Mineralisasi uranium dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu mineralisasi uranium yang terbentuk berhubungan dengan erupsi lava riolit Nyaan dan mineralisasi uranium yang terbentuk berhubungan dengan erupsi lava riolit Kawat. Mineralisasi uranium di daerah Nyaan berupa mineral pitchblenda berasosiasi dengan mineral pirit, arsenopirit, kalkopirit, kalkosit, hematit, rutil, magnetit dan gratonit sedangkan di daerah Kawat mineralisasi U berupa pitchblenda berasosiasi dengan mineral pirit, arsenopirit, kalkopirit, markasit, melerikovit, graphit, rhodostaunit, sphalerit, magnetit dan rutil. Mineralisasi uranium terbentuk pada tahap proses hidrotermal, sebagai tipe cebakan uranium (U) vulkanogenik dalam klas pneumatogenik.
3. Diperoleh dua lokasi sektor potensial uranium yaitu sektor potensial uranium Nyaan dengan luas sekitar 6 km² dan sektor potensial uranium Kawat dengan luas sekitar 10 km².

DAFTAR PUSTAKA

1. COMMISAREAT A L'ENERGIE ATOMIQUE (CEA), "*Overseas Mineral Exploration; Indonesia, Mahakam Sector*", Annual Report, Jakarta, 1974.
2. ABIDIN, H.Z, PIETERS, P.E., dan SUDANA,"Peta Geologi Regional Lembar Long Pahangai, Kalimantan", Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung, 1993
3. RAMDOHR, P., "*The Ore Minerals and Their Intergrowths*", Second edition in two volume, Pergamon Press, Oxford New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt, 1980.
4. ANTHONY, M. E. "*An Introduction to ore Geology*", Geoscience Text to Volume 2, University of Leicester Elsevier, New York, 1980.
5. PILCHER, R.C., "*Classification of Volcanogenic Uranium Deposits, in Mickle D.C., ed, A Preliminary Classification of Uranium Deposits*", U.S Dept of Energy Open File Dept. GJBX – 63 (78).