



ISSN 0854-1418

EKSPLORIUM

Buletin Pusat Pengembangan Geologi Nuklir



PUSAT PENGEMBANGAN GEOLOGI NUKLIR
BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL

Eksplorium	Vol. XXXI	No. 154	Hal. 1 - 70	Jakarta November 2010	ISSN 0854-1418
------------	-----------	---------	-------------	--------------------------	----------------

EKSPLORIUM

Buletin Pusat Pengembangan Geologi Nuklir

Volume XXXI, No. 154 November 2010

Eksplorium merupakan Buletin Pusat Pengembangan Geologi Nuklir sebagai sarana informasi yang memuat hasil pengkajian, penelitian, dan pengembangan geologi nuklir dengan ruang lingkup : geologi, eksplorasi, pertambangan, teknik pengolahan bahan galian nuklir dan keselamatan lingkungan serta pengembangan teknologi nuklir untuk kesejahteraan masyarakat.

Terbit sejak tahun 1980, frekwensi penerbitan 4 (empat) kali dalam setahun :
Maret, Juni, September dan Desember.

Sejak tahun 2009 terbit 2 (dua) kali dalam satu tahun : Mei dan November

Penanggung Jawab :

Johan Baratha H. M.Sc

Redaktur

Ir. Tyas Djuhariningrum

Penyunting :

Dr. I Wayan Warmada (Universitas Gajah Mada)

Dr. Sutikno Bronto (Pusat Survei Geologi)

Ir. Amir Effendi, M.Eng. (PPGN-BATAN)

I Gde Sukadana, ST (PPGN-BATAN)

Desain Grafis :

Sumardi

Redaktur Pelaksana :

Herwandi Sustarman

Tata Usaha & Distribusi :

Jumarto

Keterangan sampul : Kegiatan Dekomposisi Monasit

Penerbit :

**PUSAT PENGEMBANGAN GEOLOGI NUKLIR
BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL**

Alamat Redaksi :

Jalan Lebak Bulus Raya No. 9 Pasar Jumat Jakarta Selatan

Telp. (021) 7691775-7693528, Fax. (021) 7691977

E-mail : ppgn@batan.go.id

Pembaca yang bu

Dengan mengu
Pengembangan Geo
terbit.

Pada edisi ini
dengan judul "Geo
Timur", topik kedu
Asal Gayamprit D
penentuan lokasi p
Dalam di Desa Gr
karakterisasi akuif
Airtanah-Dalam di
masalah penentuan
Cr, Cu Dalam S
pemantauan damp
Eksplorasi U Pada

Harapan reda
dalam pengemban

EKSPLORIUM

Buletin Pusat Pengembangan Geologi Nuklir
Volume XXXI No. 154, November 2010

KATA PENGANTAR

Pembaca yang budiman

Dengan mengucapkan syukur ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, Buletin Pusat Pengembangan Geologi Nuklir “**Eksplorium**” Volume XXXI No. 154, November 2010 dapat terbit.

Pada edisi ini topik pertama membahas geologi dan keterdapatan Uranium, yang ditulis dengan judul “Geologi dan Keterdapatan Uranium di Sektor Paluq, Mahakam Hulu, Kalimantan Timur”, topik kedua membahas masalah pemurnian air tanah dengan judul “Pemurnian Air Tanah Asal Gayamprit Dari Besi dan Mangan Menggunakan Zeolit Alam”, topik ketiga membahas penentuan lokasi pemboran airtanah-dalam dengan judul “Penentuan Lokasi Pemboran Airtanah-Dalam di Desa Girirejo, Kecamatan Tempuran, Magelang”, topik keempat membahas masalah karakterisasi akuifer dengan judul “Karakterisasi Akuifer Dengan Pembuatan Sumur Produksi Airtanah-Dalam di Desa Suwawal Timur, Kecamatan Pakis Aji, Jepara”, topik kelima membahas masalah penentuan tingkat akurasi unsur dengan judul “Penentuan Tingkat Akurasi Unsur Co, Ni, Cr, Cu Dalam SRM Metoda Multi Elemen Dengan AAS”, dan topik terakhir membahas pemantauan dampak lingkungan dengan judul “Pemantauan Dampak Lingkungan Kegiatan Eksplorasi U Pada Air Sungai Di Kalan Kalimantan Barat Tahun 2008”.

Harapan redaksi, semoga Buletin ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca, terutama dalam pengembangan wawasan di bidang geologi nuklir bagi kesejahteraan masyarakat.

Redaksi

EKSPLORIUM

Buletin Pusat Pengembangan Geologi Nuklir
Volume XXXI No. 154, November 2010

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi.....	ii
Geologi dan Keterdapatan Uranium di Sektor Paluq, Mahakam Hulu, Kalimantan Timur <i>Oleh: I G. Sukadana, F. D. Indrastomo</i>	1 - 14
Pemurnian Air Tanah Asal Gayamprit Dari Besi dan Mangan Menggunakan Zeolit Alam. <i>Oleh : Hafni Lissa Nuri</i>	15 - 21
Penentuan Lokasi Pemboran Airtanah-Dalam di Desa Girirejo, Kecamatan Tempuran, Magelang <i>Oleh: F. Dian Indrastomo, I G. Sukadana</i>	22 - 36
Karakterisasi Akuifer Dengan Pembuatan Sumur Produksi Airtanah-Dalam di Desa Suwawal Timur, Kecamatan Pakis Aji, Jepara. <i>Oleh: I G. Sukadana</i>	37 - 55
Penentuan Tingkat Akurasi Unsur Co, Ni, Cr, Cu Dalam SRM Metoda Multi Elemen Dengan AAS. <i>Oleh: Tyas Djuhariningrum</i>	56 - 64
Pemantauan Dampak Lingkungan Kegiatan Eksplorasi U Pada Air Sungai di Kalan Kalimantan Barat Tahun 2008. <i>Oleh: A. Sorot S, Eep D., Amir D., Titi W., Andung N., Sri W.</i>	65 - 73

**GEOLOGI DAN KETERDAPATAN URANIUM DI SEKTOR PALUQ,
MAHAKAM HULU, KALIMANTAN TIMUR**

I G. Sukadana, F. D. Indrastomo *)

*) Pusat Pengembangan Galian Nuklir – BATAN
Kawasan PPTN Pasar Jum'at, Jakarta Selatan**ABSTRAK**

GEOLOGI DAN KETERDAPATAN URANIUM DI SEKTOR PALUQ, MAHAKAM HULU, KALIMANTAN TIMUR. Tahapan prospeksi sistematis mencakup luasan Sektor Paluq (0,8 km²). Tujuan kegiatan ini untuk mendapatkan gambaran geologi rinci dan mineralisasi U serta potensi di Sektor Paluq. Kegiatan yang dilakukan adalah pengukuran topografi, pengukuran radioaktivitas tanah, pengamatan stratigrafi dan struktur geologi rinci, pembuatan kupasan pada lokasi anomali dan pembuatan kupasan/paritan pada lokasi anomali radiometri. Pada Sektor Paluq terdapat 5 (lima) lokasi anomali radiometri yang signifikan yaitu Anomali Putra, Roos, Paluq Hulu, Mahakam dan Siweg dengan nilai Radiometri 500 – 10.000 c/s, dengan nilai latar 100 c/s, telah dilakukan pembuatan kupasan dan paritan dilakukan pengambilan contoh mineralisasi dengan metode *systematic channel sampling*. Hasil analisis petrografi dan mineragrafi menunjukkan bahwa mineralisasi berupa pitchblenda, autinit berasosiasi dengan mineral bornit, kalkosit, kalkopirit, lolingit, pirhotit, pirit, sfalerit, ilmenit, limonit, magnetit, markasit, rutil, melnikovit, hematit dan oksida besi. Hasil analisis geokimia uranium total batuan berkisar antara 35 ppm U hingga 4.600 ppm U.

Kata kunci: geologi, mineralisasi, uranium, paluq.

ABSTRACT

GEOLOGY AND URANIUM OCCURRENCES IN PALUQ SECTOR, UPPER MAHAKAM, EAST KALIMANTAN. Systematic prospecting stage was conducted with area covered Paluq Sector (0.8 km²). The aim of activities are to get geological setting, mineralization and potency of uranium in Nyaan and Paluq Sector. The activities in this stage involved topographic measurement, soil radioactivity measurement, stratigraphic and rincied geological structure observation, making of peels at anomaly area and radioactivity anomaly area. At Paluq Sector there are 5 (five) significant radiometric anomaly locations which are Putra River, Roos, Upper Paluq, Mahakam and Siweg with radiometric value 500 – 10.000 c/s, with a background value of 100 c/s furthermore making peels, tranche and test pit were conducted by sampling mineralization using systematic channel sampling method. The petrography and mineralogy analysis exhibited that mineralization of pitchblenda, monazite, autunite were associated with bornite, chalcocite, chalcopyrite, lolingite, pyrite, sfalerite, ilmenite, limonite, magnetite, markasite, rutile, malnicovite, hematite and iron oxide. Result of geochemical analysis for total uranium content in the rocks ranged between 35 to 4.600 ppm of uranium.

Key words: geology, uranium, mineralization, Paluq.

PENDAHULUAN**Latar Belakang**

Menindaklanjuti hasil Prospeksi Detil yang dilakukan di Daerah Kawat dan sekitarnya, Desa Long Tuyuq, Kecamatan Long Pahangai, Kutai Barat, Kalimantan Tmur tahun 2006^[1]. Dari seluruh

area prospeksi detail (cakupan area $\pm 26 \text{ km}^2$) ditemukan beberapa lokasi anomali radioaktivitas pada batuan vulkanik asam dengan radioaktivitas tertinggi mencapai $>15.000 \text{ c/s}$ SPP 2 NF. Anomali radioaktivitas dijumpai pada 16 lokasi yaitu Ano Kawat Bulan ($>15000 \text{ c/s}$), Ano Kawat ($>15000 \text{ c/s}$), Ano Nap (10.000 c/s), Ano Luwang Kubang (5000 c/s), Ano Banpalang Besar (6500 c/s), Ano Paluq (2500 c/s), Ano Denhong (1500 c/s), Ano Tulip (6000 c/s), Ano Buleq (500 c/s), Ano Siweg (4500 c/s), Ano Nila (6500 c/s), Ano Roos (1500 c/s), Ano Martha (4000 c/s), Ano Aloha (8000 c/s), Ano Mumbang (7000 c/s), dengan kadar U total antara $72,5 - 1.950 \text{ ppm}$ U. Berdasarkan lokasi keterdapatannya, anomali radioaktivitas tersebut dikelompokkan ke dalam tiga sektor potensial uranium yaitu sektor Kawat, Nyaan dan Paluq^[1]. Pada tahun 2007 telah dilakukan prospeksi sistematis pada Sektor Kawat dan didapatkan hasil penyebaran lateral yang cukup menarik dengan dijumpai 10 lokasi anomali radioaktivitas batuan yang memiliki nilai antara 500 c/s sampai $> 15.000 \text{ c/s}$ ^[2].

Untuk mengetahui karakteristik mineralisasi serta penyebaran lateral mineralisasi uranium di Sektor Paluq, maka dilakukan prospeksi sistematis. Metode yang digunakan adalah pemetaan geologi terinci, pengukuran nilai radioaktivitas soil pada seluruh lokasi kerja, pembuatan kupasan, paritan dan sumur uji pada lokasi yang memiliki nilai anomali radioaktivitas dengan grid pengukuran $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ dan pada kupasan dengan grid $0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$, serta dilakukan pengambilan contoh representative dengan sistematis *channel sampling* untuk analisis geokimia dan mineralogi.

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui geologi rinci dan penyebaran lateral mineralisasi uranium di Sektor Paluq.

Lokasi Penelitian

Secara administratif lokasi penelitian terletak di Desa Long Tuyuq, Kecamatan Long Pahangai, Kabupaten Kutai Barat, Kalimantan Timur. Lokasi Sektor Paluq terletak di hulu Sungai Mahakam dengan cabang kanan yaitu Sungai Paluq pada koordinat UTM 50 N 99.232 – 100.311 mU dan 266.917,18 – 268.309 mT (**Gambar 1**). Luas lokasi prospeksi di Sektor Paluq adalah $0,8 \text{ km}^2$.

Peralatan

Peralatan kerja yang digunakan di lapangan adalah sebagai berikut :

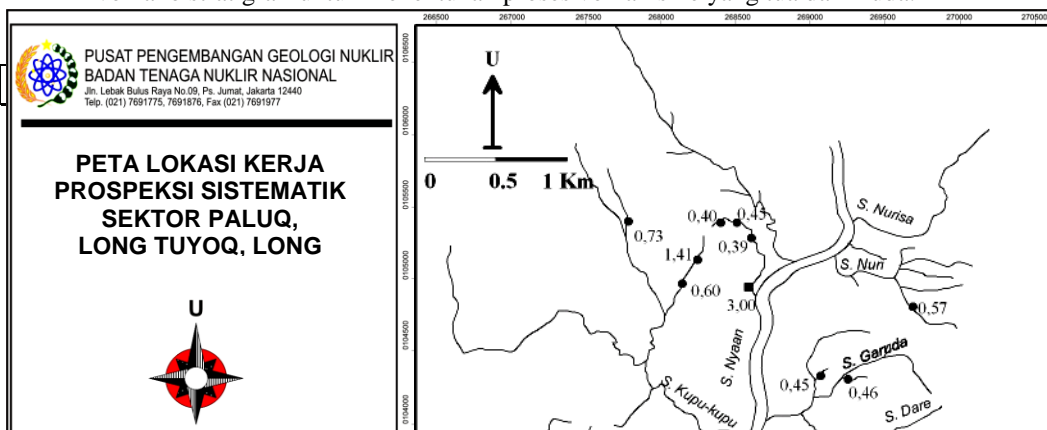
- Kompas geologi, palu geologi, rol meter, serta perlengkapan geologi perorangan
- Alat ukur topografi teodolit (T0)
- Schintilometer SPP 2 NF (detektor gamma)
- Alat-alat tulis dan gambar

METODOLOGI

Tahapan kegiatan penelitian meliputi:

1. Persiapan/ Studi Meja

- Pengumpulan dan analisis data sekunder baik peta-peta regional (peta geologi) maupun data dari tahapan penelitian sebelumnya, serta kajian yang berhubungan dengan lokasi penelitian.
- Analisis foto udara yang dilakukan pada foto udara berskala 1:50.000, meliputi struktur geologi, pengamatan rona umum menentukan batas litologi secara global serta hubungan volkano stratigrafi untuk menentukan proses volkanisme yang tua dan muda.



Gambar 1. Peta Lokasi Sektor Paluq, Desa Long Tuyuq, Kecamatan Long Pahangai, Kalimantan Timur.

2. Kegiatan Pengambilan Data Lapangan

- Pengambilan data dan pembuatan peta topografi lokasi kegiatan dengan skala 1: 2000
- Pengamatan geologi rinci singkapan batuan

- Pengambilan data radiometri dengan grid 20 x 20 m
- Pengambilan data topografi rinci lokasi-lokasi mineralisasi dengan skala 1:500
- Pembuatan kupasan pada lokasi yang memiliki nilai anomali radioaktivitas
- Pengukuran radioaktivitas di sekitar kupasan/lokasi anomali radioaktivitas/lokasi mineralisasi dengan grid 5 x 5 m
- Pengukuran radioaktivitas pada lokasi mineralisasi dengan grid 0,5 x 0,5 m.
- Pengamatan geologi rinci bidang mineralisasi
- Pengambilan contoh batuan mineralisasi untuk analisis petrografi, mineragrafi dan geokimia, dengan metode *systematic channel sampling*.

3. Studio dan Analisis Laboratorium

- Pembuatan peta geologi dan penampang geologi skala 1:2000
- Pembuatan Peta Iso Radioaktivitas seluruh Lokasi Kerja dengan skala 1:2000
- Pembuatan Peta topografi dan situasi di lokasi mineralisasi dengan skala 1:500
- Analisis mineralogi dilakukan terhadap sayatan tipis contoh batuan terpilih, dalam analisis tersebut ditentukan tekstur dan mineral penyusun batuan. Identifikasi mineral radioaktif dan asosiasinya dalam sayatan tipis dan poles ditentukan berdasarkan pendekatan autoradiografi selulosa nitrat CN-85, yang ditempelkan pada contoh selama 7 x 24 jam, dan *dietsa* dalam KOH 2,5 N selama 20 menit.
- Analisis kadar U total batuan dari contoh yang mengandung mineralisasi

HASIL KEGIATAN

Geologi Regional

1. Stratigrafi

Secara umum batuan di daerah penelitian dapat dikelompokkan menjadi batuan sedimen, batuan gunung api dan batuan sedimen volkano sedimenter^[1]. Batuan sedimen terdapat di bagian paling bawah, terdiri dari batupasir kasar, batupasir halus, batupasir lanauan dan batulempung; batuan gunung api terdapat dibagian tengah dan terdiri dari riolit dan andesit, sedangkan paling atas adalah batuan sedimen volkano sedimenter berupa batupasir tufan. Batuan riolit terdiri dari empat fase aliran dan andesit terdiri dari dua fase aliran.

Berdasarkan pada sifat fisik batuan hasil pengamatan di lapangan dan sifat optik hasil analisis petrografi di laboratorium, keterpetaan, dominasi dari variasi batuan, hubungan antar (kontak) batuan dan lokasi tipe (lokasi keterdapatan), dapat diklasifikasikan menjadi 11 (sebelas) satuan batuan dan susunan stratigrafi daerah penelitian^[1]. Sebaran satuan batuannya dapat dilihat pada

Gambar 2.

Rincian masing-masing satuan batuan adalah sebagai berikut :

- **Batulempung hitam (Blh)**, terdiri dari batulempung hitam, lunak, berlapis tipis dengan ukuran butir halus, warna kehitaman dengan sebaran pada sungai Nyaan, singkapan tidak banyak dijumpai.
- **Satuan batupasir feldspatik (Bpf)**, terdiri dari batupasir dan batulanau, tersebar di S. Kawat, S. Kawat Lima-Lima, S. Kawat Ayoq.
- **Satuan riolit Nyaan (Rny)**, merupakan produk dari seri riolit bawah. Satuan ini terdiri dari batuan piroklastik, riolit rubane, riolit porfir, riolit dengan struktur flame, tersebar di S. Nuri, S. Majelai, S. Garuda, S. Marta, S. Putik, S. Darau, S. Putra, S. Dare, S. Aloha dan S. Pipit.

- **Satuan andesit I (A1)**, terdiri dari lava andesit berlapis, andesit masif dan lava bantal, tersebar di S. Kawat, S. Hulug, S. Qutuq, S. Bambu, S. Tagah Nyaan, S. Darau dan S. Pipit. Batuan andesit tersebut kedapatan kontak dengan satuan batuan piroklastik Nyaan. Dari keterdapatan lava bantal di daerah ini menunjukkan bahwa lingkungan pengendapan batuan ini adalah lingkungan air.
- **Satuan riolit Denhong (Rdg)**, merupakan hasil seri riolit atas, terdiri dari batuan piroklastik, riolit masif, dan riolit porfir yang di beberapa tempat berubah menjadi breksi riolit, tersebar di S. Denhong, S. Sawit, S. Hitayaq besar, S. Hitayaq Kecil dan S. Nenhong. Di beberapa tempat menunjukkan tekstur speroidal.
- **Satuan riolit Kawat (Rkt)**, tersebar di S. Kawat, S. Ora, S. Kubang, S. Belug, S. Ban Palang Besar, S. Ban Palang Kecil, S. Paleg, S. Anyelir, S. Roos, S. Melati putih, S. Paluq, S. Palem, S. Ribut. Satuan Riolit Kawat terdiri dari riolit porfir, riolit rubane dan riolit masif.
- **Satuan riolit Keneheq (Rkq)**, terdiri dari batuan piroklastik (breksi gunung api, tuf, aglomerat), riolit masif dan riolit porfir. Penyebarannya cukup luas, tersebar di S. Keneheq, S. Siweq, Hulu S. Ban Palang Besar, S. Ban Palang Kecil, hulu S. Abad.
- **Satuan riolit Buleq (Rbg)**, tersebar di S. Buleq, S. Keneheq dan anak sungai Keneheq, terdiri dari riolit ; warna putih kehijauan – putih abu-abu, tekstur hipokristalin, porfiritik, fenokris berukuran 0,2-2mm, bentuk subhedral-anhedral, disusun oleh mineral kuarsa, ortoklas, plagioklas dan mineral opak. dan breksi gunung api warna abu-abu putih – kehijauan, fragmen/matrik riolit, kuarsa, felspar, K felspar, bentuk membulat tanggung – menyudut, kemas terbuka, sortasi jelek, semen silika..
- **Batuan intrusi dasit (Da)**, tersebar di antara sungai Denhong dan S. Hitayaq, dengan kenampakan lapangan banyak terbentuk kekar tiang (*Columnar joint*) yang sangat dominan. Batuan berwarna putih kehijauan tersusun oleh plagioklas dengan sedikit kuarsa. Terdapat biotit dan hornblenda yang tidak dominan, dengan penyebaran yang tidak merata. Keterdapatan dasit yang cukup luas dan dengan tubuh batuan yang besar menunjukkan bahwa dasit ini berupa *lacolith*, di beberapa tempat juga dijumpai berupa dike yang memanjang.
- **Satuan andesit II (A2)**, tersebar di hulu S. Buleq, hulu S. Nenhong, Ciakong dan S. Ribut, warna abu-abu kehitaman- abu-abu kehijauan, tekstur afanitik, tersusun oleh materia-material andesitik/ mafic yang berukuran afanitik dan sebagian telah mengalami kloritisasi.
- **Satuan batupasir tufan (Btf)**, tersebar di S. Melati putih dan S. Anyelir terdiri dari batupasir tufan. Batupasir tufan, warna putih abu-abu, ukuran butir pasir sedang, komposisi mineral terdiri dari kuarsa, feldspar dan gelas.

2. Struktur Geologi

Gejala tektonik sangat mempengaruhi daerah ini, baik sesar yang memiliki diensi hingga puluhan meter maupun kekar-kekar yang berdimensi sentimeter hingga meter. Beberapa sesar yang ada di daerah ini adalah sebagai berikut :

- Sesar Kawat yang merupakan sesar mendatar dekstral dengan arah N 95°E, Sesar Nila dengan arah yang sama dengan sesar Kawat. Sedangkan sesar yang lainnya adalah sesar putik dan sesar pipit memiliki arah N 30°E dan sesar kecil masih banyak di daerah ini.

- Kenampakan morfologi dan kelurusan yang sangat mencolok dapat disebabkan oleh struktur geologi, demikian juga kelurusan-kelurusan sungai yang banyak di kontrol oleh struktur.

Dari beberapa struktur tersebut dan hubungan saling potong memotongnya, maka dapat diketahui bahwa sesar yang paling tua adalah sesar-sesar yang memiliki arah N20°E – N40°E yaitu sesar yang terjadi sebelum pengendapan batuan gunung api. Sesar yang terjadi bersamaan dengan proses vulkanisme adalah sesar yang memiliki arah N160°E, N30°E, N125°E. Sesar ini mengontrol arah utama *vent* sebagai tempat keluarnya lava. Sesar besar yang paling muda dan sangat mempengaruhi pembentukan sungai dan morfologi daerah ini adalah sesar dengan arah Utara-Selatan (N-S), yaitu pada S. Mahakam, di S. Nyaan dan sesar yang terdapat di S. Denhong. Sesar-sesar lainnya adalah sesar minor.

Geologi Lokasi Penelitian

1. Morfologi

Morfologi Sektor Paluq merupakan perbukitan berlereng terjal dengan ketinggian maksimum maksimum 335 m dan ketinggian minimum 85 m. Kemiringan lereng antara 25 hingga 75%.

2. Stratigrafi

Sektor Paluq secara stratigrafi didominasi oleh batuan gunung api. Pada bagian utara tersingkap batuan sedimen vulkanik yang lebih muda dari seri batuan gunung api. Susunan stratigrafi batuan dari yang paling tua hingga yang paling muda adalah sebagai berikut :

a. Satuan piroklastik andesitik

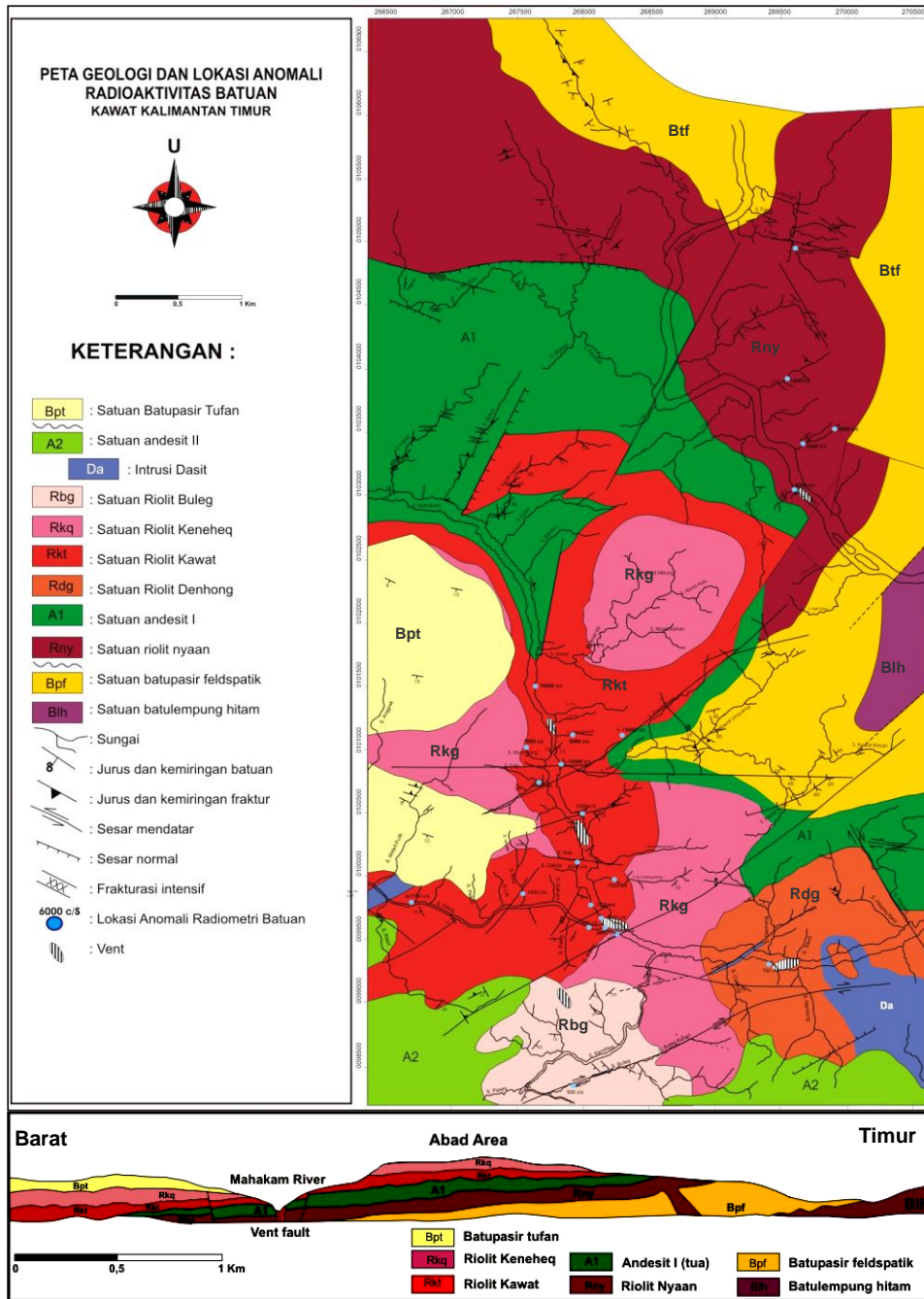
Batuan piroklastik yang terdiri dari breksi gunung api dengan fragmen blok dan bomb andesit dan matriks tuf dan lapili andesitik. Lava Bantal, terdiri dari andesit, dengan tekstur hipo kristalin, berstruktur kekar radier, dengan kandungan gelas yang tinggi. Dari keterdapatannya lava bantal di lokasi ini menunjukkan bahwa lingkungan pengendapan batuan ini adalah lingkungan air. Batuan ini juga tersusun atas sisipan tuf yang berwarna hijau, berlapis tipis, mengandung tuf dan material gunung api yang berukuran pasir.

b. Satuan andesit

Satuan andesit tersebar di Sungai Paluq, berbentuk tubuh aliran lava, berlapis dengan ketebalan 1 – 3 m, warna abu-abu kehijauan, porfiroafanitik, dengan komposisi fenokris mineral plagioklas berukuran 3-5 mm, biotit berukuran 1-2 mm.

c. Satuan piroklastik riolitik

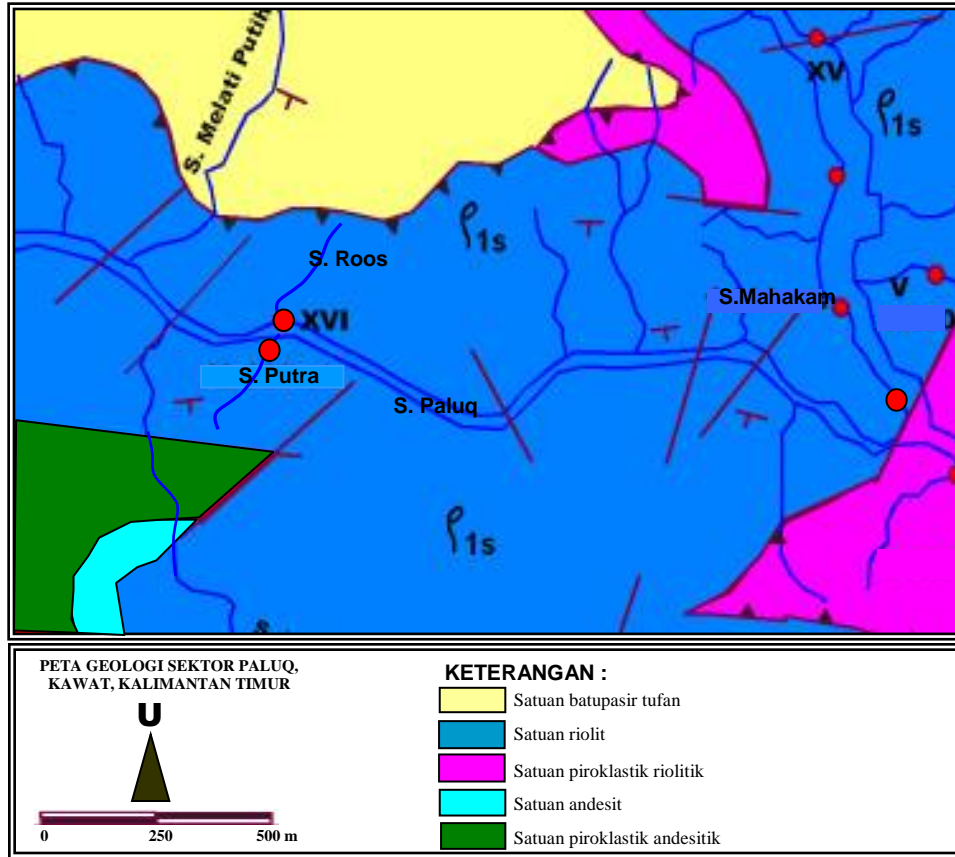
Satuan ini tersebar di sungai Mahakam, sungai Paluq dan di pada gawir. Di sungai Mahakam banyak dijumpai lava bantal yang bersifat riolitik dengan fragmen berupa bomb dan blok serta fragmen-fragmen yang memiliki rekahan radier. Batuan piroklastik yang dijumpai di gawir tebing berupa lapisan tuf dan breksi gunung api. Lapisan tuf berupa berlapis tipis tersusun atas tuf dan material berukuran pasir. Breksi gunung api dengan fragmen berukuran pasir dengan kenampakan *spheroidal weathering*.



Gambar 2. Peta Geologi Regional dan Lokasi Anomali Singkapan Batuan, Daerah Kawat, Mahakam Hulu, Kalimantan Timur^[1].

d. Satuan Riolit

Riolit, warna putih kehijauan–abu-abu, hipokristalin, porfiritik, fenokris berukuran 0,2-2mm, bentuk subhedral-anhedral, disusun oleh mineral kuarsa, ortoklas, plagioklas dan mineral opak. Lapisan batuan ini berukuran 20cm – 1m, dengan warna cerah dan kompak. Lapisan ini tidak banyak yang memiliki nilai radiometri tinggi. Satuan ini merupakan satuan yang paling muda di daerah ini dan terdapat di bagian daerah dengan morfologi tinggi. Satuan ini dapat dibedakan dengan staun riolit 1 dengan mengamati lapisan yang lebih teratur dan warna yang lebih cerah (kuarsa lebih dominan) dan lebih masif.



Gambar 3. Peta Geologi Sektor Paluq, Kawat, Kalimantan Timur.

e. Satuan batupasir Tufan

Batuan ini tersebar di S. Melati putih dan S. Anyelir berupa batupasir tufan, warna putih abu-abu, ukuran butir pasir sedang, komposisi mineral terdiri dari kuarsa, feldspar dan gelas vulkanik.

3. Struktur Geologi

Struktur geologi yang dominan adalah sesar dan kekar. Sesar dilokasi penelitian berupa sesar dengan ukuran meter hingga kilometer. Sesar-sesar yang besar berarah N95°E dengan bidang sesar yang sulit dijumpai, tetapi dijumpai breksi sesar dan pada morfologi dijumpai kelurusan-kelurusan lembah.

Sesar normal dan sesar mendatar dekstral dan sinistral mendominasi lokasi penelitian. Sesar Paluq merupakan sesar normal, yang dicirikan oleh breksi sesar berarah N95°E, sesar ini merupakan sesar yang cukup besar. Sesar ini terpotong oleh sesar Paluq Bulan yang merupakan sesar mendatar dekstral dengan arah N60°E/75° dan memanjang hingga bagian selatan S. Tulip. Pada bagian selatan lokasi penelitian banyak dijumpai sesar-sesar berarah N70°E - N85°E lebih dominan yang merupakan sesar-sesar mendatar.

MINERALISASI

Radioaktivitas Batuan dan Soil

Pengukuran radioaktivitas batuan dilakukan dengan detektor sinar gamma SPP 2 NF pada semua jenis batuan. Hasil pengukuran radioaktivitas singkapan batuan terdapat pada **Tabel 1**

Tabel 1. Hasil Pengukuran Radioaktivitas Singkapan Batuan

No	Nama Batuan	Ra Batuan c/s	Ra Anomali c/s
1.	Batupasir (Satuan batupasir tufaan)	60 -100	-
2.	Riolit	100 – 200	1.000 – 15.000
3.	Piroklastik riolitik	100 – 130	500 – 1.500
4.	Andesit	25	-
5.	Piroklastik andesitik	25-75	-

Pengukuran radioaktivitas soil dilakukan di seluruh lokasi penelitian dengan grid pengukuran radioaktivitas soil 20x20 m. Nilai radioaktivitas soil yang didapatkan dilokasi ini berkisar antara 25 c/s hingga >250 c/s. Dari kisaran tersebut di dapatkan nilai statistik dengan rata-rata 76,5 c/s, standar deviasi (STD) 23,3 c/s, sehingga didapatkan nilai anomali radiometri soil adalah 123,6 c/s.

Pada peta iso radiometri dibuat kisaran antara <75 c/s, 75-100 c/s, 100-125 c/s, 125-150 c/s, 150-175 c/s, 175- 200 c/s, 200-225 c/s, 225-250 c/s dan > 250 c/s.

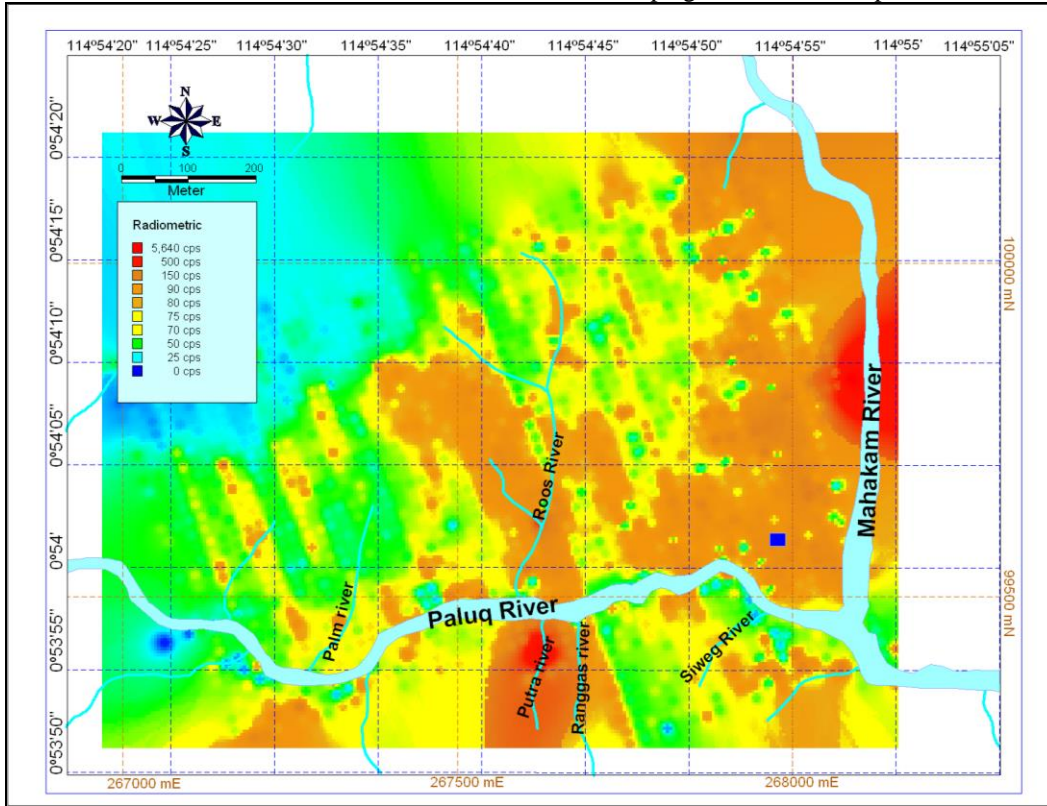
Anomali Radioaktivitas dan Keterdapatan Mineralisasi

Setelah dilakukan pengukuran radioaktivitas soil secara sistematis, maka didapatkan beberapa lokasi anomali di sektor Paluq. Pada Sektor Paluq terdapat lima kelompok anomali, yaitu : anomali Roos, anomali Putra, anomali Mahakam, anomali Paluq hulu dan anomali Siweq. Dari beberapa anomali tersebut dibuat kupasan paritan dan sumur uji pada anomali yang tertutup soil. Karakteristik masing-masing anomali tersebut antara lain:

1. Anomali Sungai Roos

Tersingkap pada dasar Sungai Roos dengan panjang singkapan 20m x 4m, dengan nilai radioaktivitas berkisar antara 500 – 1.500 c/s, anomali terdapat diantara lapisan riolit. Mineralisasi U di beberapa tempat berbentuk spot-spot terorientasi dengan arah N330°E. Mineral yang memancarkan radioaktif berupa pitchblenda dan zirkon berasosiasi dengan lollingit, pyrhotit, pirit, sfalerit, ilmenit, limonit. Riolit berwarna abu-abu kecoklatan, secara petrografi batuan bertekstur hipokristalin, porfiritik, massa dasar berukuran <0,2mm dengan bentuk mineral anhedral, tersusun

dari mineral kuarsa, ortoklas, mineral opak, rutil. Fenokris berukuran sekitar 0,2-1mm, bentuk subhedral – anhedral, disusun oleh mineral kuarsa, ortoklas, plagioklas, mineral opak.



Gambar 4. Peta Iso Radioaktivitas Sektor Paluq

Mineral feldspar sebagian telah mengalami silisifikasi dan seritisasi. Batuan telah mengalami frakturasi intensif sehingga terdapat tekstur kataklastik/breksiasi. Pada rekahan terisi urat-urat kuarsa, sebagian kecil terisi oksida besi.

Mineralisasi U berupa pitchblenda (1,15%) berasosiasi dengan hematit, pirit, rutil, magnetit, kalkopirit, arsenopirit granonit. Menyebarkan tidak merata dalam batuan dan sebagian mengisi urat-urat kecil.

2. Anomali Sungai Putra

Anomali radioaktivitas batuan dijumpai pada tepi kiri S. Putra yang merupakan cabang kanan yaitu pada dinding tebing patahan di dekat Muara S. Nyaan pada litologi riolit Nyaan, radioaktivitas 1.500 c/s – >10.000 c/s. Kedapatan mineralisasi U sebagai bijih pada tubuh lava yang berarah N210°E/23°, bijih dijumpai pada kupasan dinding vertikal 5m x 2,5m, tebal bijih 1,6 m dengan ketebalan lava yang mengandung bijih 3,25m. Lava riolit bertekstur hipokristalin, porfiritik, fenokris berukuran sekitar 0,28-1,8mm, bentuk subhedral – anhedral, disusun oleh mineral kuarsa, ortoklas, mikrolin. Massa dasar berukuran < 0,28mm dengan bentuk mineral anhedral, tersusun dari mineral kuarsa, plagioklas, mineral opak, ortoklas, rutil, monasit. Mineral feldspar sebagian telah mengalami seritisasi dan kloritisasi.

Pada massa dasar terdapat orientasi mineral feldspar. Batuan telah mengalami frakturasi intensif sehingga terdapat tekstur kataklitik/breksiasi, pada lokasi ini juga dijumpai mineral berwarna kuning.

Mineralisasi U berupa pitchblenda dan monasit 4% berasosiasi dengan mineral magnetit, pirit, pirhotit, kalkopirit, melnikovit dan mineral lain berwarna hitam.

3. Anomali Mahakam

Anomali disini terdapat di dua lokasi yaitu di sisi kanan S. Mahakam, dengan nilai radioaktivitas 2.500-10.000 c/s. Mineralisasi U berupa autonit yang berasosiasi dengan sulfida mempunyai tebal sentimetrik mengisi retakan. Anomali di muara Sungai Paluq berupa riolit dengan nilai radioaktivitas bervariasi dari 750 c/s hingga 1500 c/s. Mineralisasi U sebagian berbentuk spot dan sebagian mengisi retakan dengan tebal 5 cm berarah N 310° E . Mineralisasi U berupa pitchblenda berasosiasi dengan pirit, sfalerit, pyrhotit, kalkopirit, arsenopirit dan oksida besi.

Mineral radioaktif berupa monasit (2%) berasosiasi dengan magnetit, pirhotit, pirit, kalkopirit, sfalerit, kalkosit, zirkon, markasit, oksida besi.

4. Anomali Siweg

Anomali disini terdapat di dua lokasi yaitu di sisi kiri muara Siweg dan disisi kiri muara S. Paluq. Di muara S. Siweg anomali dijumpai pada riolit dengan nilai radioaktivitas 2500 c/s. Mineralisasi U berupa autonit yang berasosiasi dengan sulfida mempunyai tebal sentimetrik mengisi retakan. Anomali di muara Sungai Paluq berupa riolit dengan nilai radioaktivitas bervariasi dari 750 c/s hingga 1500 c/s. Mineralisasi U sebagian berbentuk spot dan sebagian mengisi retakan dengan tebal 5 cm berarah N310°E. Mineralisasi U berupa pitchblenda berasosiasi dengan pirit, sfalerit, pyrhotit, kalkopirit, arsenopirit dan oksida besi.

Mineral radioaktif berupa pitchblenda berasosiasi dengan pirit, limonit, pirhotit dan rhodostaunit.

5. Ano Paluq

Terdapat di S. Paluq, pada batuan riolit dengan radioaktivitas 500 – 2.500 c/s. Mineralisasi U di beberapa tempat mengisi bidang fraktur bararah N320°E dengan tebal milimetrik dan sebagian berbentuk spot. Mineralisasi U berupa pitchblenda berasosiasi dengan magnetit, pirhotit, pirit dan rutil.

Kadar U Total Batuan

Analisis kadar U total batuan dilakukan pada 27 contoh *channel sampling* dan *chip sampling* yang berasal dari 5 lokasi anomali yang ada. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Hasil Analisis Kadar U Total Batuan Hasil Channel Sampling pada Lokasi Anomali

No.	No. Contoh	Kadar U (ppm)	Lokasi
1	Kt/04/1.1a/Chip/09	700	S. Putra-Paluq
2	Kt/04/1.1a/Chanel/09	625	S. Putra-Paluq
3	Kt/04/1.1b/Chanel/09	80	S. Putra-Paluq
4	Kt/04/1.1c/Chanel/09	25	S. Putra-Paluq
5	Kt/04/1.1d/Chanel/09	80	S. Putra-Paluq
6	Kt/04/1.1e/Chip/09	240	S. Putra-Paluq
7	Kt/04/1.1e/Chanel/09	380	S. Putra-Paluq

8	Kt/04/1.2a/Chip/09	305	S. Roos-Paluq
9	Kt/04/1.2a/Chanel/09	120	S. Roos-Paluq
10	Kt/04/1.2b/Chanel/09	90	S. Roos-Paluq
11	Kt/04/1.2c/Chanel/09	70	S. Roos-Paluq
12	Kt/04/1.2d/Chanel/09	40	S. Roos-Paluq
13	Kt/04/1.2e/Chanel/09	35	S. Roos-Paluq
14	Kt/04/1.2f/Chanel/09	45	S. Roos-Paluq
15	Kt/04/1.2g/Chanel/09	185	S. Roos-Paluq
16	Kt/04/1.3a/Chanel/09	200	S. Paluq
17	Kt/04/1.3b/Chip/09	380	S. Paluq
18	Kt/04/1.3b/Chanel/09	230	S. Paluq
19	Kt/04/1.4a/Chip/09	665	S. Mahakam
20	Kt/04/1.4a/Chanel/09	915	S. Mahakam
21	Kt/04/1.4b. 1/Chanel/09	270	S. Mahakam
22	Kt/04/1.4b. 2/Chanel/09	970	S. Mahakam
23	Kt/04/1.4b. 3/Chanel/09	600	S. Mahakam
24	Kt/04/1.4b. 4/Chanel/09	837	S. Mahakam
25	Kt/04/1.4c/Bld/09	1,825	S. Siweg-Paluq
26	Kt/04/1.4c/Chip/09	4,600	S. Siweg-Paluq
27	Kt/04/1.4c/Chanel/09	1,337	S. Siweg-Paluq

Dari seluruh sampel tersebut dapat dilakukan perhitungan rerata masing-masing lokasi anomali, sehingga didapatkan nilai rerata kadar U sebagai berikut : anomali S. Putra (238 ppm U), S. Roos (83.58 ppm U), S. Paluq (215 ppm U), S. Mahakam (714 ppm U) dan S. Siweg (1581 ppm U).

PEMBAHASAN

Genesis Mineralisasi U

Mineral radioaktif yang terdapat di sektor kawat antara lain berupa pitchblenda, monazit, autunit dan zirkon. Mineral-mineral tersebut umumnya berasosiasi dengan bornit, kalkosit, kalkopirit, lolingit, pirhotit, pirit, sfalerit, ilmenit, limonit, magnetit, markasit, rutil, melnicovit, hematit dan oksida besi. Sebaran lokasi anomali terdapat pada batuan riolit yang berkomporsi asam, dan sebagian besar terdapat di dekat *vent*, yaitu mengisi tubuh lava. Selain itu beberapa mineralisasi juga terjadi pada rekahan-rekahan (diaklas) yang tidak menerus.

Dari sebaran mineralisasi tersebut dapat diinterpretasikan bahwa proses pembentukan dan keberadaan uranium dikontrol oleh dua faktor, yaitu kontrol litologi, proses volkanisme dan kontrol tektonik.

1. Kontrol Litologi dan Proses Volkanisme

Mineralisasi U di daerah Paluq terdapat pada lava riolit afanitik dan fasies breksi riolit yaitu pada riolit Nyaan, riolit Kawat, riolit Denhong dan riolit Buleq.

Pada litologi selain riolit umumnya memiliki nilai radioaktivitas rendah, yaitu pada batuan sedimen, batuan andesit dan batuan piroklastik.

Pada riolit Kawat, keberadaan mineralisasi uranium (anomali radiometri) tersebar di beberapa tempat di sekitar S. Mahakam, dengan arah sungai Utara – Selatan, biasanya anomali tersebut

terdapat disekitar pusat kemunculan batuan gunung api (*volcanic vents*)^[4]. Pemineralan Uranium dapat terbentuk pada dua tahap proses vulkanisme yaitu:

- a. Berasal dari deferensiasi magma yang berkomposisi asam yang kaya uranium dan terendapkan pada posisi tertentu.
- b. Batuan sedimen disekitar kawah yang mengalami pencucian oleh lava riolit ketika muncul ke permukaan^[5].

Dari kenampakan lapangan dan hasil analisa petrografi diinterpretasikan bahwa riolit telah mengandung uranium pada saat masih berupa magma terutama pada bagian riolit yang kaya gas, sehingga mineralisasi terjadi pada *sperulit*, lubang gas dan fasies breksi riolit serta dijumpai diantara dua lapisan aliran lava riolit.

2. Kontrol tektonik

Keberadaan uranium pada rekahan/ kekar dan breksi sesar ada yang berupa uranium primer dan ada yang berupa uranium sekunder. Beberapa anomali terdapat pada kekar yang berarah Barat-Timur dan Utara-Selatan, serta terdapat pada breksi sesar.

KESIMPULAN

1. Litologi Sektor Paluq terdiri dari 5 satuan yaitu satuan batupasir feldspatik, satuan piroklastik andesitik, satuan andesit, satuan piroklastik riolitik, satuan riolit, dan satuan batupasir feldspatik. Struktur yang berkembang adalah sesar mayor, yaitu sesar normal dengan arah N95°E sesar mendatar berarah N70°E-N85°E dan sesar yang ada secara umum sebagai sesar normal dekstral.
2. Anomali radiometri dijumpai pada 5 lokasi dengan kadar rata-rata hasil analisis U total di beberapa lokasi sebagai berikut yaitu Anomali S. Putra (238 ppm U), S. Roos (83.58 ppm U), S. Paluq (215 ppm U), S. Mahakam (714 ppm U) dan S. Siweg (1581 ppm U).
3. Mineralisasi U berupa pitchblenda, monasit, autunit berasosiasi dengan mineral kalkopirit, kalkosit, lolingit, pirhotit, sfalerit, melnicovit, hematit dan oksida besi kadang – kadang dengan material karbon. Pembentukan mineralisasi uranium dikontrol oleh litologi, tektonik dan proses vulkanisme.

SARAN

Untuk mengetahui penyebaran vertikal mineralisasi uranium hasil Prospeksi sistematis di sektor Kawat, Paluq dan Nyaan maka diperlukan pemboran eksplorasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. NGADENIN, SUKADANA IG., WIDODO M., SUTOPO B., MUHAMMAD A.G., PAIMIN, SURIPTO, 2006, Inventarisasi Uranium Daerah Kawat Kalimantan Timur Tahapan Prospeksi Rinci, PPGN-BATAN, Jakarta.
2. SUKADANA IG., 2007, NGADENIN, KURNIA SW., PAIMIN, WIDITO P., SUTRYONO A., Inventarisasi Uranium di Sektor Kawat Kalimantan Timur Tahapan Prospeksi Sistematis, PPGN-BATAN, Jakarta.
3. ABIDIN H.Z, PIETERS P.E., dan SUDANA, 1993, Peta Geologi Regional Lembar Long Pahangai, Kalimantan, P3 G Bandung.
4. ANTHONY M. EVANS, 1980 “An Introduction to ore Geology” Geoscience Text to Volume 2, University of Leicester Elsevier, New York.
5. DJOKOLELONO S., AGOES, E., 1985, “Uranium Occurrences in The Volcanic Rocks of Upper Mahakam, East Kalimantan”, Proceedings of a Technical Committee Meeting, Jakarta.

6. COMMISAREAT A L'ENERGIE ATOMIQUE (CEA), 1974, "Overseas Mineral Exploration; Indonesia, Mahakam Sector", Annual Report, Jakarta.
7. NATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (BATAN)/COMMISAREAT A L'ENERGIE AOMIQUE (CEA), 1977, "Prospect for Developing Deposits in Kalimantan", Vol.1, General Reconnaissance, Sep. (Internal report), Jakarta.
8. RAMDOHR P., 1980, "The Ore Minerals and Their Intergrowths", Second edition in two volume, Pergamon Press, Oxfords New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt.