

KAJIAN AWAL PROSPEK BAHAN GALIAN MONASIT MENGANDUNG U DAN ELEMEN ASOSIASINYA DI SEMELANGAN KETAPANG, KALIMANTAN BARAT**Lilik Subiantoro, Bambang Soetopo, Dwi Haryanto**Pusat Pengembangan Geologi Nuklir – BATAN
Kawasan PPTN Pasar Jum'at, Jakarta Selatan**ABSTRAK**

KAJIAN AWAL PROSPEK BAHAN GALIAN MONASIT MENGANDUNG U DAN ELEMEN ASOSIASINYA DI SEMELANGAN KETAPANG, KALIMANTAN BARAT. Daerah Semelangan termasuk dalam cakupan area geologi regional Ketapang. Analisis kadar geokimia contoh sedimen yang menunjukkan bahwa daerah Semelangan, Kecamatan Nanga Tayap, Kabupaten Ketapang teridentifikasi mengandung endapan mineral radioaktif berupa monasit yang mengandung uranium (U) dan unsur tanah jarang (*rare earth elements, REE*) yang cukup potensial. Keberadaan elemen radioaktif telah teridentifikasi dari hasil analisis granulometri beberapa sampel mineral berat yang mengandung mineral monasit mencapai 63% dan beberapa sampel mengandung butiran zirkon mencapai 40% (dari jumlah butiran), hasil analisis butiran dari contoh batuan terdapat contoh yang mengandung monasit 0,11%. Studi di daerah ini dilakukan dengan melakukan kajian data sekunder dan evaluasi data laboratorium. Kajian mencakup aspek geologi, batuan sumber, perangkat dan interpretasi sebaran plaser monasit mengandung U, Th dan zirkon beserta REE. Tujuan yang ingin diperoleh adalah informasi tentang karakter geologi dan sebaran sumberdaya bahan galian monasit mengandung Th dan U serta *REE* dalam monasit dan zirkon. Batuan sumber bahan galian monasit, berupa granit berumur 77–115 juta (Yura – Kapur Akhir), termasuk tipe S dari kelompok granit alkali yang terbentuk pada fasa pegmatitik (*pegmatitic stage*) yang terdefrensiasi tingkat lanjut pada suhu 550 – 600°C. Nilai radioaktivitas anomali batuan granit biotit (400 c/s - 9200 c/s) dicirikan kandungan oleh mineral berupa K-felspar, kuarsa dan plagioklas (rasio K-felspar terhadap plagioklas bervariasi dari 80 – 100 berbanding 10) mengandung mineral penyerta berupa thorit, monasit, zirkon dan alanit. Kadar U batuan granit berkisar dari 2,5 ppm- 64,8 ppm. Sebaran lateral sedimen plaser aluvium mengandung monasit menempati dataran dari lembah banjir antar perbukitan, terletak terpisah dari dataran pantai mengikuti pola sebaran batuan granit (sumber monasit). Daerah propek monasit terletak pada dataran lembah banjir dari DAS S. Pawan, DAS S. Tulah dan DAS S. Laur dengan luas total 2.113.500 Ha.

Kata kunci : geologi, monasit, uranium, Ketapang

ABSTRACT

PRELIMINARY STUDY OF THE MONASITE MATERIALS PROSPECT CONTAINING OF U AND ELEMENTS ASSOCIATION IN SEMELANGAN KETAPANG, WEST KALIMANTAN. Semelangan study area included in the regional geology Ketapang. Geochemical analysis of sediment samples that represented showed that the region Semelangan Ketapang, District Nanga Tayap, Ketapang identified monazite deposit containing radioactive mineral. The monazite minerals containing rare earth element are potential. The presence of radioactive elements have been identified by the analysis granulometry of some pan concentrate samples. They contain of monazite grain mineral to reach 63% and some sample content of zircon grain mineral up to 40% (from total grains), grain analysis of rock samples are samples containing monazite 0.11 %. Activities study in this area is done by studying existing data and laboratory

data evaluation, which covering studies geological aspects, source rock, trap and plaser monazite deposits containing U, Th and REE and zircon. The objective is to obtain information about the character of geological and mineral resource distribution of monazite containing Th and U and rare earth elements in monazite and zircon. Source rock of the monazite minerals is a granite with aged 77-15 million (Yura - Late Cretaceous), including the S type granite group that formed in the alkali granite pegmatitic stage, which highly differentiated advanced at a temperature 550-6000°C. The radioactivity anomalous values is 400 c/s – 9200 c/s (biotite granite) with a mineral character of the form K-feldspar, quartz and plagioclase (K-feldspar to plagioclase ratio varies from 80-100 versus 10), containing minerals association such as thorit, monazite, zircon and alanit. The U content in granite rock ranging from 2.5 ppm - 64.8 ppm U. Lateral distribution plaser alluvial sediments contain monazite occupy flood plains of the valley between the hills, is located separately from the coastal plain and following the granite distribution pattern (source monazite). Monazite prospect region lies at the flood plains of the valley catcment area S. Pawan, S. Tulah and S Laur with a total area of 2.1135 million hectares.

Key words : geology, monazite, uranium, Ketapang

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Daerah Ketapang, Kalimantan Barat adalah sebagai daerah target eksplorasi mineral radioaktif dengan luas 115 km². Obyek penyelidikan diutamakan pada sebaran aluvium hasil perombakan batuan granit di daerah Ketapang. Secara geologi daerah ini terletak dalam sebaran batuan granit Semenanjung Malaya, Sumatra dan Kalimantan yang dikenal kaya timah dan berpotensi mengandung thorium, REE serta zircon^[1]. Hasil pemetaan geologi dan identifikasi bahan galian monasit yang telah dilakukan pada sejumlah sampel di daerah Ketapang, secara khusus menunjukkan bahwa daerah Semelangan, Kecamatan Nanga Tayap, Kabupaten Ketapang merupakan daerah berindikasi mengandung deposit mineral radioaktif monasit yang berasosiasi dengan unsur tanah jarang (rare earth elements) yang cukup potensial. Keberadaan elemen radioaktif diidentifikasi dari hasil analisis granulometri pada beberapa sampel mineral berat (contoh sedimen aktif), dengan kandungan butiran mineral monasit mencapai 63 % dan zircon mencapai 40 % (dari jumlah butiran), hasil analisis butiran dari contoh batuan terdapat contoh mengandung Th 0,11 %.^[2], Pengendapan mineral monasit di daerah Semelangan bersumber dari batuan granit Sukadana yang terkekarkan secara intensif dan telah mengalami lapuk lanjut, dengan radioaktivitas relatif tinggi, yaitu dengan nilai radioaktivitas relatif tinggi (500 – 1600 c/s).

Butiran mineral monasit hasil rombakan dengan berat jenis 4,4 – 5,5 gr/cm³, akan mengalami transportasi bersama dengan mineral berat lain yang kemudian tersedimentasi di lingkungan yang baru sebagai endapan tataan di dalam aluvium sungai dan pantai. Dari prospeksi penyelidikan terdahulu yang pernah dilakukan oleh Tugijo dkk, 1991 diketahui bahwa endapan aluvium yang terletak di sebelah barat Semelangan merupakan daerah sebaran aluvial yang berpotensi mengandung bahan galian monasit^[2].

Berdasarkan pertimbangan tersebut maka perlu dilakukan studi awal endapan tataan mineral monasit yang mengandung Th, U dan asosiasinya berupa REE di daerah Ketapang dengan cara melakukan evaluasi data sekunder.

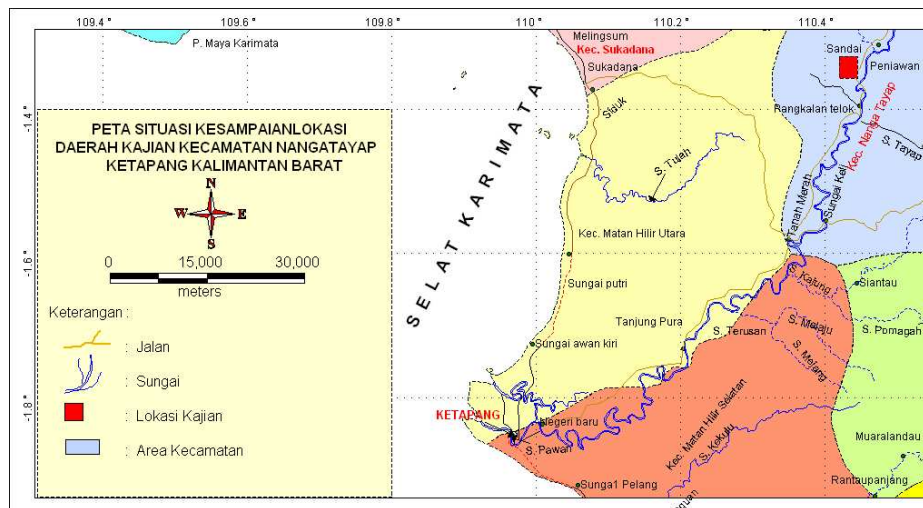
Tujuan dan Sasaran

Tujuan yang ingin diperoleh adalah untuk mendapatkan informasi awal tentang potensi keberadaan sumberdaya bahan galian monasit di daerah Semelangan Ketapang, Kalimantan Barat.

Lokasi kerja

Daerah kajian secara administratif termasuk dalam wilayah Semelangan, Kecamatan Nanga Tayap, Kabupaten Ketapang. Daerah ini terletak di bagian Selatan Propinsi Kalimantan Barat berdekatan dengan Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan.

Daerah survei terletak pada jarak lebih kurang 60 km di timur-laut Ketapang (kota terbesar di daerah ini). Pencapaian lokasi survei dapat dilakukan dengan menggunakan kendaraan beroda empat melalui jalan beraspal dari Ketapang menuju Kecamatan Nanga Tayap dengan waktu tempuh 5 jam (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Daerah Kajian

TEORI DASAR

Umum

Monasit adalah salah satu mineral radioaktif yang dikenali mengandung thorium. Thorium dapat berperan sebagai sumber energi baru yang secara geologi keberadaannya dikenali berupa monasit mengandung unsur tanah jarang, keberadaan monasit tersebut dikenali bersama-sama dengan zirkon sebagai endapan plaser pantai dan aluvial sungai .

Monasit, secara kimiawi adalah salah satu mineral radioaktif dalam senyawa thorium fosfat dan cerium. Cerium adalah salah satu unsur tanah jarang dengan senyawa oksida dari logam-logam lanthanium, samarium, praseodymium, neodymium, promethium dan europium.

Dalam sektor industri keberadaan elemen tanah jarang tersebut sejak tahun 1958 telah berkembang penggunaannya sebagai bahan dasar pembuatan *illuminating gas mantle*. Setelah

perang dunia I dikenalkan untuk penggunaan filament-tungsten lampu elektrik. Sebagai inti elektroda karbon digunakan dalam memproduksi cahaya gambar bergerak. Lanthanium digunakan untuk pembuatan kaca optik dengan index refraksi tinggi dan dispersi rendah. Praseodymium dan neodmium sebagai bahan dasar penyerap sinar ultra violet.

Siklus monasit dalam batuan sedimen

Selama proses transportasi oleh aliran air sungai, rombakan butiran monasit terdapat bersama dengan butiran mineral lain seperti kuarsa, felspar dan mineral lain dan terkonsentrasi sebagai mineral tahan pelapukan bersama dengan mineral ilmenit, rutil, zirkon, dan silimanit. Monasit dan mineral berat lain cenderung mengendap secara stabil di bagian dasar bersama-sama dengan fraksi kasar^[3].

Siklus geologi pembentukan monasit pada batuan sedimen diawali oleh penguraian butiran mineral dari batuan yang tersingkap di permukaan bumi yang kemudian mengalami pengendapan dan pembentukan batuan sedimen mengandung monasit dan diakhiri dengan terjadinya metamorfosa regional pada batuan sedimen kaya monasit (regional metamorfosa dari batuan sedimen mengandung monasit). Pada tahap selanjutnya proses yang terjadi didominasi oleh aktivitas mekanik, sebagai hasil dari proses mekanik tersebut adalah keberadaan detrital monasit terdistribusi sebagai mineral ikutan atau terkonsentrasi secara lokal dalam batuan sedimen. Proses terlepasnya butiran dari batuan induk disebabkan oleh terjadinya beberapa kali proses penguraian mekanik, meskipun tidak seefektif pelapukan kimia. Selama proses pelapukan, fraksi yang terlepas dari batuan induk mengalami pergerakan dan sebagian fraksi terkumpul membentuk mantel (penutup). Butiran monasit yang telah terlepas terkonsentrasi sebagai plaser aluvial berdekatan dengan batuan induk.

Proses pengkayaan butiran monasit sisa pengendapan, terjadi oleh pengulangan sekuen 2 atau 3 kali pengendapan dalam periode waktu pengendapan beberapa ratus tahun, namun secara umum pengkayaan monasit terjadi dalam periode 10 – 20 kali sekuen pengendapan^[3].

Pada satu area dengan pelapukan yang intensif, keberadaan sisa pengendapan monasit dari batuan metamorfik fasies amphibolit dapat mengandung 0,2 – 5 pon monasit per kubik yard dan jarang dapat mencapai 20 pon.

Proses erosi sungai pada area konsentrasi monasit plaser sungai cenderung memperkaya monasit dan persentase kedapatan monasit menjadi lebih tinggi daripada mineral berat lainnya. Di daerah endapan aluvium yang terletak di bagian atas dari batuan tidak lapuk (*unweathered rock*), monasit akan tersedimentasi dengan kondisi rasio sebaliknya. Oleh karena itu, konsentrat mineral berat pada sungai-sungai di daerah lembab mengandung jenis mineral berat yang lebih kecil dan lebih banyak monasit daripada konsentrat dari sungai-sungai (*streams*) di daerah beriklim sedang. Sebagian besar dari monazite placers dunia berada di daerah tropis dan subtropis.

Di daerah yang sangat lapuk, sebagian besar sedimen sungai (*stream load*) adalah berupa pasir halus, lumpur, dan lempung; kehadiran monasit cenderung berada pada lapisan tipis hasil pengendapan butiran kasar dengan tenor rendah di antara sedimen berbutir halus. Lumpur dan lempung dengan tenor rendah tersebut terdeposit menutupi kerikil ber-tenor tinggi (*high-tenor gravels*).

Lembah-lembah sungai di Amerika Serikat bagian Tenggara, sedimen sungai berupa lempung berisi sekitar 0,1-0,3 pon monasit per yard kubik, lumpur mengandung sekitar 0,7-1,3 pon monasit per yard kubik, dan kerikil mengandung 1,3-2,4 pon per kubik yard monasit^[3].

Konsentrasi lokal monasit pada sedimen kerikil di hulu sungai kecil dapat mencapai sebanyak 85 pon monasit per kubik yard^[3]. Endapan telah menjadi sumber monasit komersial di Republik Malagasi, Republik Kongo (Leopoldville), Republik Afrika Selatan, Federasi Malaya, Korea,

Republik Indonesia, Idaho, North Carolina, dan South Carolina. Hanya pada deposit sungai tersebut kedapatan monasit disertai dengan pengendapan bijih berharga lainnya, seperti *cassiterite* di Malaya atau emas di Korea yang menguntungkan bagi produksi jangka panjang. Potensi kedapatan mineral monasit sebagian besar terjadi di lingkungan endapan cekungan daratan, menempati suatu lingkungan pengendapan berbentuk jalur yang terpisahkan dari laut oleh adanya jalur batuan sedimen berumur Kapur-Tersier yang memisahkan antara cekungan sedimen laut dan cekungan sedimen daratan (*a belt of coastal-plain sedimentary rocks*).

Potensi cadangan monasit dalam sedimen terdapat di India, Amerika Serikat bagian tenggara dan Brasil. Jalur batuan sedimen yang mengandung monasit serupa, juga terdapat di sepanjang pantai Afrika, tetapi belum seluas seperti yang telah dieksplorasi di Amerika dan India.

Secara litologi keberadaan monasit bernilai ekonomis berasosiasi konglomerat dan batupasir dan jarang terdapat dalam serpih dan batugamping.

Fosil endapan monasit pada batuan sedimen yang telah terkonsolidasi atau tak termetamorfesakan, dilaporkan mempunyai umur Kambrium dan Tersier seperti terdapat di Amerika Serikat bagian Barat dan di tempat-tempat lain yang tersebar antara Kanada dan Meksiko. Endapan *placers* tersebut terdiri atas monasit yang kaya dengan kandungan thorium, diperkirakan monasit tersebut terdeposit oleh proses yang sama dengan sedimen pada siklus sedimen yang berlangsung pada saat ini. Di daerah tersebut dan daerah lain yang berada pada kondisi kering dan daerah pelapukan, memungkinkan mengandung cadangan monasit yang komersial.

Kandungan thorium dalam monasit *placers* di satu tempat dan tempat lain di dunia sangat bervariasi, perbedaan tersebut tergantung pada jenis batuan kristalin yang menjadi sumber butiran monasit. Secara umum semakin banyak batuan sumber yang berupa batuan plutonik, semakin banyak thorium yang terkandung di dalamnya.

Penyelidik Terdahulu

Tugiyo dkk telah melakukan prospeksi U di Daerah Semelangan pada area yang dibatasi koordinat $1^{\circ} 26' 10'' - 1^{\circ} 20' 5''$ LU dan $110^{\circ} 18' 22''$ BT dan $110^{\circ} 22'$ BT, Gambar 2.^[2]

Suhartadi dan Rahmat Iswanto 1989/1990 melakukan prospeksi U terinci di daerah Pesaguan (sebelah timur Semelangan)^[5].

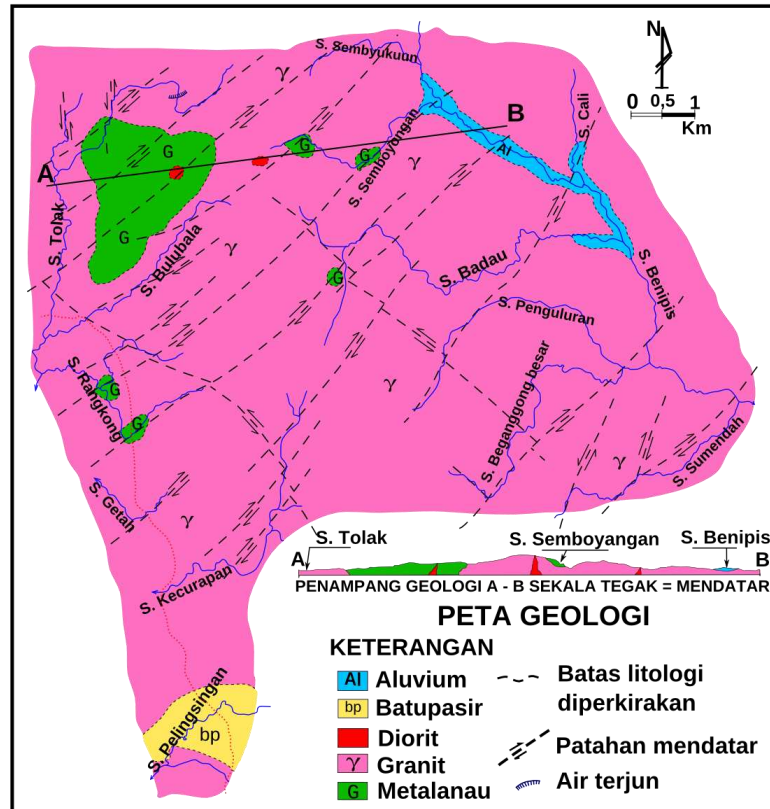
Dari hasil evaluasi dikenali bahwa daerah Semelangan dan sekitarnya tersusun oleh variasi batuan berupa : batuan malihan (batuan terdiri dari metasilt, metapelit, filit, sekis gneis), dranit, diorit dan aluvial

Batuan malihan; didominasi oleh metapelit berwarna kelabu berukuran butir pelitik, tersusun oleh mineral kuarsa, felspar, serisit, mineral opak dengan radioaktivitas $50 - 100$ c/s^[6], pada umumnya berfoliasi, dengan pecahan konkoidal. Satuan batuan ini termasuk dalam Kompleks batuan Ketapang berumur Jura Tengah – Kapur Atas,^[7].

Satuan granit; merupakan satuan batuan yang mempunyai sebaran sangat luas berupa batolit pada umumnya menempati daerah perbukitan. Kenampakan megaskopis batuan pada umumnya segar berwarna kelabu – merah daging, holokristalin, fanerik (kasar – halus), setempat-setempat berbutir sangat kasar. Mineral penyusun batuan terdiri dari kuarsa, ortoklas, plagioklas, dan mineral mafik.

Suhartadi, 1990 dapat mengenali adanya variasi granit, yaitu berupa granit biotit, granit, garnit biotit porpir^[3]. Menurut Zainudin, 1991 variasi granit terdiri granit ampibol, granit porpir, mikrogranit dan adamelit; perubahan komposisi batuan memperlihatkan kontak berangsur^[6]. Dari hasil pengamatan mikroskopis, granit dikenali sebagai granit alkali dengan komposisi K felspar, kuarsa dan plagioklas. Ratio K felspar terhadap plagioklas bervariasi dari $80 - 100$ berbanding 10.

Mineral feromagnesia berupa ruberkit, hornblende, dan biotit dan mineral penyerta berupa apatit, zirkon, monasit, rutil, epidot dan mineral opak berupa magnetit, ilmenit, dan pirit^[6]. Keberadaan granit alkali tersebut termasuk dalam fase pegmatitik (*pegmatitic stage*) yang terbentuk pada temperatur 550 – 600 °C.



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Semelangan dan Sekitarnya, Kalimantan Barat Hasil Prospeksi Sistematis^[2]

Diorit; merupakan satuan batuan yang mempunyai sebaran luas berupa korok batuan menerobos batuan malihan, granit. Variasi batuan ini berupa andesit, trakyandesit, riodasit serta riolit.

Kenampakan megaskopis batuan pada umumnya segar berwarna kelabu gelap, holokristalin, fanerik (halus–sangat halus), setempat dijumpai struktur vesikuler dan struktur aliran. Mineral penyusun batuan terdiri dari felspar, kuarsa, biotit, dan mineral mafik.

Satuan ini diperkirakan termasuk dalam kelompok batuan Vulkanik Kerabai, berumur Kapur Akhir- Tersier Awal.

Aluvial; merupakan sedimen berumur Kwartir, material sedimen penyusun merupakan hasil rombakan batuan granitik, malihan dan vulkanik berukuran pasir hingga boulder terutama di bagian hulu sungai, sedangkan di dataran pada umumnya batuan berukuran pasir halus hingga kasar. Variasi butiran mineral didominasi rombakan batuan granit, dan mineral berukuran pasir

berupa hornblende, magnetit, hematit, pirit, rutil, dengan butiran mineral-mineral sedikit berupa monasit, apatit, alanit, dan zirkon.

Sebaran sedimen satuan ini mengikuti pola lembah sungai dan juga tersebar membentuk dataran dengan orientasi sebaran mengikuti pola perbukitan batuan granit.

TATA KERJA

Untuk mencapai tujuan, kegiatan yang dilakukan adalah studi data sekunder dan evaluasi data laboratorium, yang meliputi kajian aspek geomorfologi, litologi, lingkungan pengendapan dan model cebakan plaser monasit .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geologi Regional

a. Litologi

Daerah kajian secara geologi termasuk dalam Peta Geologi Ketapang Lembar 1414, Skala 1:250000, oleh Keyser F dan Rustandi E; yang diterbitkan oleh Pusat Pengembangan dan Penelitian Geologi (PPPG) Departemen Pertambangan dan Energi (Gambar 3).

Litologi daerah ini tersusun oleh sebaran batuan intrusi granit Sukadana berumur Kapur (Kus), batuan gunungapi Kerabai berumur Kapur (Kuv), dan endapan aluvium (Qa) ^[4].

1. Batuan gunung api Kerabai; mempunyai sebaran luas membentuk dataran rendah, pada umumnya berupa andesit dan basalt; dolerit trakiandesit, keratofir kuarsa, dasit riadasit, dan riolit. Batuan piroklastik berupa abu, lapili, kristal, tuf kristal dan litik, breksi gunung api dan aglomerat. Satuan batuan berumur Kapur Akhir- Paleosen
2. Granit Sukadana; tersebar mengikuti rangkaian perbukitan yang meliputi seluruh pulau, Batuan ini menerobos dan menindih batuan gunung api kerabai, umur batuan Kapur Akhir. Batuan sangat bervariasi terdiri dari monzonit kuarsa, monzogranit, syenogranit, dan granit alkali felspar, langka diorit dan gabro.

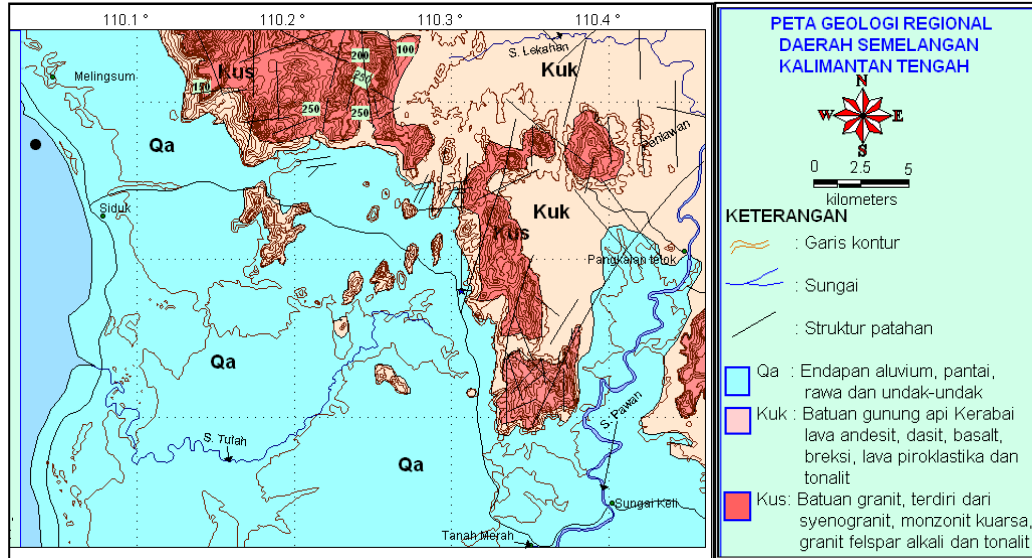
Granit Sukadana adalah berbutir sedang dengan karakteristik calc-alkali yang merupakan batuan terobosan tingkat tinggi sampai-sedang. Batuan ini menerobos batuan samping yang mengakibatkan terbentuknya malihan thermal dan atau berubah secara hidrothermal batuan samping yang berupa serisitisasi, dan dapat mengandung andalusit, garnet, pirit, kalkopirit dan impragnasi K-felspar

Batuan granitik di daerah kajian secara geologi regional termasuk dalam jalur sebaran sistem rangkaian batuan plutonik yang membentuk jalur dari "Malay peninsula –kepulauan timah Indonesia (Sumatra dan Kalimantan)" yang dikenal kaya timah (*tin bearing granite*) Mitchell,1977 ^[1]. Granit pada jalur berumur Trias – Jura merupakan batuan granit felsic mengandung timah dan mineral industri ikutannya berupa monasit, torit, zirkon ilmenit hasil dari proses hidrothermal atau pneumatolitic quartz injection.

Diduga bahwa terobosan granit Sukadana adalah kegiatan sistem magma granit yang tercampur oleh keberadaan granit Trias-Yura yang mempunyai sebaran luas.

3. Aluvium, terdiri dari aluvium resen, aluvium tua atau aluvium teras dan endapan rawa dataran pantai. Kondisi tektonik daerah Semelangan terletak dalam suatu sabuk magma Kapur yang berkembang oleh terjadinya jalur Batolit Schwaner. Kondisi struktur geologi daerah Ketapang sangat dipengaruhi munculnya terobosan granit Sukadana serta terjadinya proses pengangkatan yang menyertainya, sehingga menyebabkan batuan terangkat dan terlipat dengan kemiringan umum 30⁰ - 70⁰. Secara statistik kelurusan yang berkembang sebagai

sesar besar adalah sesar dengan arah utara sampai utara-timurlaut, timur-timurlaut dan timur laut-tenggara.



Gambar 3. Peta Geologi Regional Daerah Semelangan, dicuplik dari Peta Geologi Lembar Ketapang^[4]

Prospek Geologi Bahan Galian Monasit

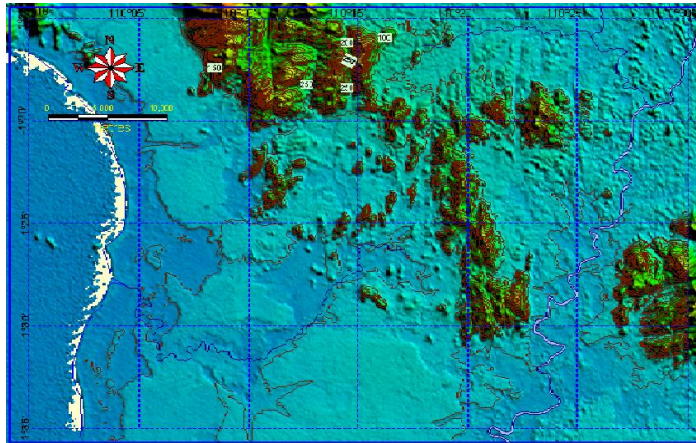
1. Geomorfologi

Bentang alam daerah kajian sebagian besar merupakan dataran aluvium dan ke arah timur secara berangsur berubah menjadi bentang alam perbukitan bergelombang (Gambar 4).

Morfologi dataran, mempunyai relief relatif datar dengan elevasi tidak lebih dari 50 m di bawah permukaan laut. Pola penyaluran pada satuan morfologi dataran jarang. Topografi Satuan bentang alam ini tersusun oleh material lepas dari hasil rombakan batuan granit dan batuan gunung api. Bentang alam dataran dengan penyebaran luas di daerah ini memberikan informasi giatnya proses denudasi-sedimentasi di daerah kajian. Dicirikan juga oleh kondisi aliran sungai meandering yang telah terpotong-potong membentuk bentang alam danau atau rawa.

Morfologi perbukitan bergelombang; topografi di area ini berupa perbukitan kecil-kecil dengan elevasi berkisar dari 50 m - 250 m dml. Sistem penyaluran di daerah ini memberikan kenampakan pola tralis yang dikontrol oleh terdapatnya sistem kekar pada batuan granit yang sering dijumpai sebagai singkapan pada bagian kaki perbukitan.

Kondisi yang menarik dari aspek pembentukan bentang alam di daerah kajian adalah adanya sebaran perbukitan kecil bergelombang yang letaknya mengapit dataran aluvial. Susunan bukit-bukit tersebut berfungsi sebagai penahan material yang terangkut dalam aliran air yang berasal dari topografi yang lebih tinggi di bagian timur, kondisi bentang alam tersebut merupakan faktor penyebab terjadinya pengkayaan mineral berharga hasil sedimentasi yang mempunyai berat jenis tinggi.



Gambar 4. Image morfologi dataran dan perbukitan daerah Semelangan dan sekitarnya

2. Litologi

Terkait dengan keberadaan monasit hasil pengendapan aluvium di daerah kajian, dikenali secara umum bahwa penyusun utama batuan adalah berupa perselingan pasir dan lanau-lempung.

Pasir, berwarna putih hingga kelabu kecoklatan, tersusun oleh butiran lepas dari mineral kuarsa dan mineral mafik. Bersifat lanauan dan karbonan. Tekstur batuan dicirikan oleh bentuk butir membulat tanggung-menyudut, porositas baik. Struktur sedimentasi yang berkembang pada batupasir ini adalah berupa perlapisan berangsur, silang siur, laminasi dan bergelombang.

Lanau-lempung, lapisan ini terdapat di atas batupasir, berwarna kelabu kecoklatan dan kadang-kadang berwarna hitam, bersifat pasiran, karbonan dan besian, kadang-kala juga lapisan karbon. Sedimen pada umumnya dalam keadaan lunak. Struktur sedimen utama yang dijumpai adalah berupa lapisan-lapisan tipis.

3. Lingkungan Pengendapan

Lingkungan pengendapan batupasir, dicirikan oleh karakter sedimen berupa sekuens pengendapan yang didominasi oleh batuan batupasir dan atau batulempung yang mengalami perulangan sehingga membentuk lapisan. Kondisi tersebut merupakan ciri bahwa pembentukan cekungan sedimentasi lapisan pasir daerah kajian berkaitan erat dengan adanya undak-undak sungai akibat aktivitas tektonik. Kondisi ini tercermin oleh produk sedimentasi yang menunjukkan kontak tidak selaras dengan batuan basemen granit.

Karakter fisik lain yang dapat dikenali pada sedimen konglomerat adalah seperti berikut:

- Butiran mempunyai pemilahan relatif baik, butiran penyusun terdiri dari material dengan kisaran ukuran dari lempung hingga pasir, merupakan kondisi dari sedimentasi yang telah mengalami pemilahan akibat aliran arus sungai di cekungan sungai lingkungan daratan.
- Fragmen batuan penyusun berbentuk menyudut hingga membulat, merupakan petunjuk bahwa proses transportasi sedimen berlangsung secara cepat dengan jarak relatif dekat. Kondisi ini sesuai dengan keberadaan batuan pasir yang tersedimentasi di cekungan daratan yang terbentuk pada basemen granit.

- Sedimen terbentuk dalam kondisi oksidasi, hal ini tercermin pada matriks batuan yang berwarna kecoklatan. Merupakan petunjuk bahwa pada saat pembentukannya berkaitan dengan kondisi *aerates* atau *sub aerates*. di lingkungan darat
- Tubuh endapan pasir kadang-kadang dikenali berbentuk lensa atau membaji, merupakan penciri endapan limpah banjir dari lingkungan aluvium sungai
- Batas tepi cekungan keberadaan pasir berasosiasi intrusi dengan batas tegas, kondisi ini mencerminkan pengaruh perkembangan tektonik berupa patahan berbentuk graben atau patahan-patahan terhadap pembentukan cekungan .

4. Pendugaan Sebaran Mineral Monasit

a. Identifikasi Keberadaan Mineralisasi Bahan Galian Monasit

i. Radioaktivitas batuan

Dari hasil pengukuran radioaktivitas yang telah dilakukan oleh Tugiyo, 1991 diketahui bahwa di daerah Semelangan menunjukkan variasi nilai radioaktivitas yang bervariasi seperti berikut: batuan malihan 65 – 100 c/s, batuan granit 200 – 400 c/s, batuan diorit 40 – 100 c/s, batuan batupasir 140 – 450 c/s^[2]

Dari hasil pengukuran tersebut diketahui bahwa nilai anomali radioaktivitas terdapat pada granit 500–1.000 c/s (9 contoh) dan nilai relatif tinggi terdapat pada batupasir (140 – 450 c/s), nilai anomali pada batuan granit terdapat secara spot dan pada retas kuarsa felspatik yang mempunyai sebaran mengikuti pola fraktur U – S.

Nilai radioaktivitas batuan tersebut adalah indikasi batuan granit mengandung mineral radioaktif yang tersebar merata dalam batuan yang berpotensi menjadi batuan sumber pembawa mineral “resisten radioaktif”.

ii. Karakter Geokimia

Kadar unsur U total batuan; di daerah Semelangan diwakili oleh 8 contoh batuan granit dengan nilai radioaktivitas 250 – 1.000 c/s. Hasil analisis menunjukkan kadar U antara 2,5 – 64,8 ppm. Pada granit dengan nilai radioaktivitas 900 – 1.600 c/s diperoleh kadar 2,5 ppm (contoh 195) dan nilai radioaktivitas 900 – 1.400 c/s diperoleh kadar 34,9 ppm, sedangkan granit dengan nilai radioaktivitas 350 c/s (contoh 217) menunjukkan kadar 64,8 ppm^[2].

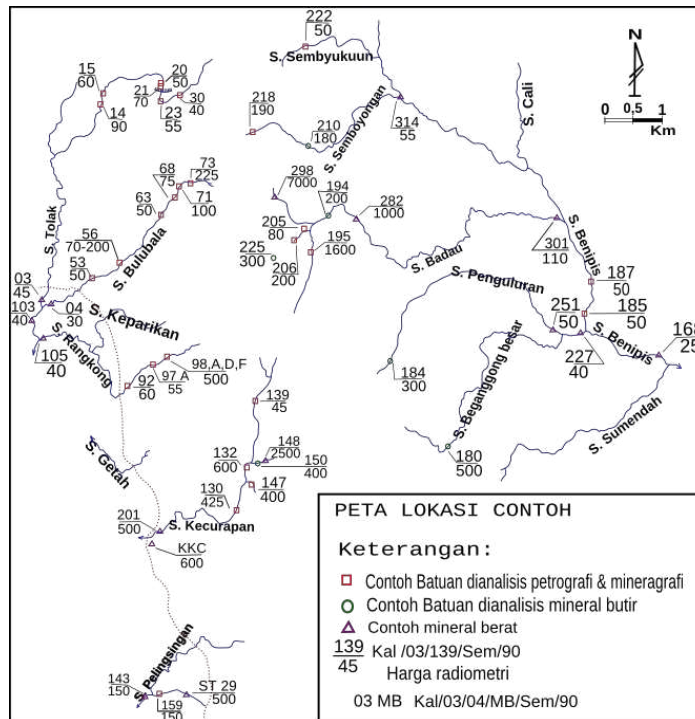
Dari hasil evaluasi dikenali bahwa kondisi radioaktivitas dan kadar U batuan menunjukkan hubungan yang tidak proposional. Diduga bahwa penyebab radioaktivitas yang tinggi bukan U melainkan mineral radioaktivitas lain berupa monasit, zirkon, apatit, dan alanit. Secara teori, kandungan unsur U dan mineral penyerta batuan granit tertera pada Tabel 1 dan Gambar 5.

Kadar U Konsentrat Mineral Berat, di daerah Semelangan diwakili oleh 45 contoh pada batuan granit dengan nilai radioaktivitas 55 – 1.500 c/s dan 106 contoh mewakili sebaran batuan diorit dan metamorf dengan nilai radioaktivitas 30 – 1.000 c/s.

Pada sebaran granit diperoleh kadar U terendah 1,02 ppm dan tertinggi 14,86 ppm^[2]. Hasil perhitungan statistik diperoleh kadar rata-rata 6,14 ppm, simpangan baku 3,19 dan anomali ditentukan lebih besar dari 12,53 ppm berdasarkan formula $X + 2$ simpangan baku adalah lebih besar dari 12,53 ppm, terdapat 2 lokasi anomali (S. Pangukuran) statistik kadar U dari konsentrat mineral berat dari daerah sebaran diorit dan batuan metamorf menunjukkan kadar U rata-rata (X) 3,39 ppm, simpangan baku 2,24 ppm dan anomali lebih besar dari 7,88 ppm terdapat pada 11 lokasi (S. Kecurapan, S. Tolak, dan S. Puguk).

Tabel 1. Hubungan Radioaktivitas dan Konsentrat Mineral Berat
 Data prospeksi Detil Sektor Semelangan, Peta Geokimia Ketapang Kalbar 1991^[2]

No	No Contoh	Radioaktivitas (c/s)	Kadar U (ppm)	Keterangan
1	220 MB	125	13,792	Ano MB Granit
2	225 MB	60	13,12	Granit
3	295 MB	3.000	6,07	Granit
4	297 MB	1.500	4,7	Granit
5	298 MB	7.000	11,05	Granit
6	300 MB	750	8,9	Granit
7	284 MB	1.000	5,3	Metamorf
8	282 MB	1.000	5,63	Metamorf
9	287 MB	600	12,79	Ano MB granit
10	264 MB	600	14,86	Ano MB granit
11	245 MB	500	4,14	-
12	231 MB	250	11,7	Ano MB Diorit
13	137 MB	1.300	2,88	Batupasir
14	142 MB	1.600	5,62	Batupasir
15	139 MB	1.250	5,91	Batupasir
16	135 MB	650	1,78	Batupasir
17	299 MB	1.000	11,2	Granit



Gambar 5. Peta Geokimia dan Distribusi Pengukuran Radioaktivitas Daerah Semelangan dan Sekitarnya, Kalimantan Barat^[2]

Dikaitkan dengan hasil pengukuran radioaktivitas lingkungan lokasi pengambilan konsentrat mineral berat dapat diketahui bahwa kadar U yang relatif tinggi tidak memberikan gambaran yang proposional, radioaktivitas tinggi tidak selalu menunjukkan U yang tinggi. Karakter tersebut mempunyai kesamaan dengan hubungan kadar U dengan radioaktivitas pada batuan.

Dari hasil analisis butiran mineral terhadap contoh endapan pasir (aluvium) menunjukkan kandungan mineral monasit 30– 45 % dengan pembacaan radioaktivitas 800 – 4.000 c/s. Diinterpretasikan bahwa penyebab U tinggi adalah sebagai akibat pengkayaan mineral monasit, apatit, alanit, dan zirkon hasil rombakan batuan granit yang mengalami pengendapan secara berulang. Kondisi tersebut sesuai dengan hasil prospeksi mineral radioaktif di daerah Tukul^[8]

b. Batuan Sumber

Di daerah Semelangan telah dianalisis secara petrografi terhadap 7 contoh granit, 1 contoh batu malihan dan 1 contoh^[2]. Hasil evaluasi data tersebut dikenali bahwa hanya batuan granit yang teridentifikasi mengandung mineral radiokatif. Beberapa mineral ikutan yang terkandung sebagai komposisi penyusun batuan adalah berupa monasit, zirkon, apatit dan alanit. Kehadiran mineral ini diduga merupakan penyebab terjadinya nilai radioaktivitas pada granit.

Zainuddin dan Soeprapto, 1991^[6] menyatakan bahwa granit yang terdapat di daerah ini merupakan plutonik granit kelompok granit alkali yang terbentuk pada fasa pegmatitik (*pegmatitic stage*) pada suhu 550 – 600 °C. Hasil diterminasi K Argon terhadap biotit dan hornblende diketahui bahwa kelompok batuan granit alkali yang terdapat di daerah kajian mempunyai umur 77 – 105 juta tahun (Yura – Kapur Akhir)^[7].

Tabel 2. Kandungan Kadar U Teoritik Berbagai Mineral Penyerta dalam Granit^[8]

No	Jenis Mineral	Kadar (ppm U)
1	Rutil	100
2	Aapatit	10 – 250
3	Sfen	10 – 1.400
4	Epidot	200
5	Alanit	30 – 3.000
6	Zirkon	1.000 – 3.000
7	Xenotim	300 – 4.000
8	Monasit	500- 5.000
9	Thorit	1 – 25 %dalam uranothorit
10	RE dan Oksida kompleks	< 10 %, kadang-kadang mencapai 10 %
11	Uraninit	80 %, < kecil dengan substitusi Th

Hasil prospeksi terinci di daerah S. Pasaguan, sebelah tenggara daerah kajian, menunjukkan bahwa indikasi keberadaan mineral radioaktif terdapat pada granit kuarsa (500 – 700 c/s) dan granit biotit 9200 c/s, kisaran umum nilai radioaktivitas 70 – 150 c/s.

Dari hasil analisis petrokimia dengan metode “Wriskt Alkalinity Ratio”: menunjukkan bahwa sebagian besar granit yang dianalisis berasal dari magma alkalin yang merupakan indikasi granit tipe “S”^[8]. Keberadaan granit tipe S tersebut merupakan hasil pembentukan granit yang terdeferensiasi tingkat lanjut *highly differentiated* merupakan suatu proses yang

dapat berfungsi meningkatkan kadar silika dan elemen litofil termasuk U dan Th daripada magma asal^[8].

Keberadaan mineral ikutan monasit, apatit dan zirkon secara umum tersebar merata dalam granit. Hasil analisis menunjukkan 80 % dari 21 contoh sayatan petrografi mengandung mineral-mineral tersebut^[8], dan dari data autoradiografi terhadap 16 contoh yang dilakukan eksposur 21x24 jam menunjukkan bahwa 9 contoh batuan alkali granit teridentifikasi mengandung mineral thorit, monasit, zirkon dan alanit dengan intensitas relatif tinggi.

Berkaitan dengan pembentukan monasit keberadaan granit pegmatik tipe S di daerah kajian dengan nilai radioaktivitas tinggi, adanya kandungan mineral thorit, monasit, zirkon dan alanit merupakan indikasi yang menarik sebagai batuan sumber kedapatan mineral radioaktif pembentukan terjadi selama proses fraksinasi selama proses kristalisasi dalam siklus magmatik pembentukan batuan pegmatik akan menghasilkan monasit kaya thorium^[3]. menyatakan bahwa dari hasil analisis 152 contoh monasit yang berasal dari batuan pegmatik mengandung kadar rata-rata 8 % thorium oksida.

c. Batuan Perangkap Monasit

i. Karakter Sedimen Aluvium Kwartir Daerah Kajian

Sebaran sedimen aluvium di daerah kajian terendapkan di lingkungan aluvial, rawa dan endapan pantai. Material asal sedimen adalah rombakan batuan granit, vulkanik dan sedimen yang terletak di bagian timur daerah kajian dan tertransportasi oleh adanya aliran air sungai Tulak, S. Bukisbala dan S. Kecurapan serta S. Pelingsingan dengan sungai utama adalah S. Pawan. Batuan ini telah mengalami desintegrasi, transportasi dan sedimentasi secara intensif selama proses glasiasi, interglasiasi dan post glasiasi selama Kwartir yang menyebabkan fluktuasi permukaan air laut di Asia Tenggara mengalami beberapa kali perubahan antara – 100 m sampai mendekati +30 m^[9]. Perubahan permukaan air laut tersebut menyebabkan terjadinya plaser deposit dari mineral berharga seperti terbentuknya sedimen kaya timah yang berasosiasi dengan monasit.

Endapan aluvial, koluvial, endapan pantai di daerah Ketapang dicirikan oleh butiran halus sampai kasar. Variasi butiran mineral berat pada umumnya berupa zirkon, alanit, thorit, xenotim (dominan) dan ilmenit, hematit, hornblende. Kehadiran mineral tersebut menunjukkan kesamaan karakter dengan butiran mineral dari hasil penggerusan batuan granit yang dicirikan oleh mineral berupa monasit, zirkon, hornblende, magnetit, hematit, pirit, rutil, dengan prosentase < 1 % (selalu hadir).

Geometri sedimen membentuk suatu lingkungan pengendapan yang dibatasi oleh cekungan (lembah, sungai, rawa, pantai). Ketebalan sedimen berkisar dari 2-10 m, dengan ketebalan lapisan 0,5 – 2,00 m^[9].

ii. Kedapatan Mineral Radioaktif dalam Sedimen

Keberadaan mineral radioaktif dalam mineral berat dikenali dari data hasil analisis butir daerah Semelangan, secara umum kehadiran mineral butir memperlihatkan karakter kesamaan yaitu berupa monasit, zirkon, alanit, thorit, xenotim (dominan) dan ilmenit, hematit, hornblende. Prosentase kehadiran mineral radioaktif secara berurutan adalah thorit (dominan), monasit dan xenotim (sedang) serta zirkon dan alanit.

Kondisi ini menunjukkan kesamaan karakter dengan prosentasi butiran mineral berat dari hasil penggerusan batuan granit, mineral yang selalu hadir berupa monasit, zirkon, hornblende, magnetit, hematit, pirit, rutil, dengan prosentase < 1 %. Mineral yang tidak

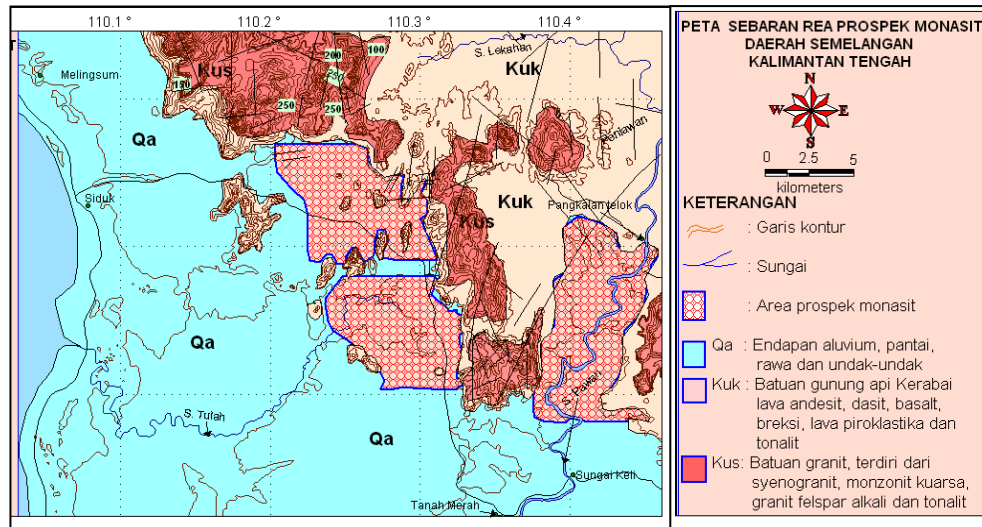
selalu ada berupa ilmenit, biotit, dan topas dan mineral yang tidak pernah hadir berupa kalkopirit, alanit, kasiterit, flourit dan reiberkit.

Proses autoradiografi dengan eksposur 10 x 24 jam menunjukkan bahwa semua contoh mineral butir yang dianalisis mempunyai gejala positif dari jejak partikel alfa dari mineral radioaktif thorit, monasit, xenotim, zirkon dan alanit.

iii. Area Potensial Sebaran Aluvium Mengandung Mineral Radioaktif

Keberadaan endapan aluvium di daerah Semelangan dan sekitarnya sangat dipengaruhi oleh material lepas hasil pelapukan, proses transportasi - sedimentasi, lingkungan pengendapan, keberadaan dan jarak dengan batuan sumber granitik yang mengandung mineral radioaktif. Berkaitan dengan kondisi keberadaannya tersebut maka untuk mendeliniasi area potensial mengandung mineral radioaktif adalah dengan mempertimbangkan beberapa parameter^[9] sebagai berikut:

- Keberadaan batuan sumber yang tersusun oleh batuan granit atau *pneumatolitic quartz injection* yang terdapat pada suatu tinggian lebih dari 50 m, di daerah kajian terdapat di sekitar aluvial.



Gambar 6. Peta Distribusi Area Prospek pada Sedimen Plaser Aluvial Daerah Semelangan dan Sekitarnya, Kalimantan Barat

- Di daerah kajian terdapat indikasi adanya konsentrasi mineral berat di sekitar batas batuan intrusi granit. Adanya indikasi proses pelapukan kimia yang bekerja secara intensif dan dalam dan berkembang lanjut sangat membantu dalam proses pengumpulan (pengkayaan) mineral berat industri, terjadi pada batuan granit di daerah kajian.
- Secara ekonomis, penangkapan bijih konsentrat mineral berat sekunder telah mengalami transportasi tidak lebih dari 3000 m dan biasanya lebih dari 1500 m dari sumber. Transportasi yang terjadi pada jarak yang jauh lebih dari 8 km dapat menghasilkan konsentrasi mineral berat di daratan pantai.

- Mineral berat endapan aluvial terdapat pada *bedrock* dengan sebaran luas dan mempunyai bentuk butir menyudut, mineral berat plaser di Asia Tenggara berasosiasi dengan sedimen kwarter.
- Di daerah kajian terdapat endapan bolder dan gravel serta pulau kecil sebagai penghalang, merupakan perangkap yang bagus untuk terjadinya pengendapan mineral berat sekunder yang mempunyai arti ekonomis.

Berdasarkan hal tersebut diinterpretasikan bahwa di daerah kajian terdapat sebaran sedimen mengandung mineral radioaktif di lingkungan aluvial sungai seluas: 25.068 Ha) yang terdistribusi di DAS S. Pawan, DAS S. Tulak dan DAS S. Laur. (Gambar 6)

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Morfologi daerah kajian merupakan sebaran bentang alam dataran aluvial dan secara berangsur berubah menjadi bentang alam bergelombang. Bentang alam dataran, mempunyai elevasi tidak lebih dari 50 m dml dengan pola penyaluran jarang, mempunyai sebaran sangat luas. Bentang alam bergelombang; tercermin sebagai bentukan topografi dengan elevasi 50m-250 m dml, mempunyai pola penyaluran tralis yang dikontrol oleh sistem kekar pada batuan granit. Sebaran aluvium yang luas memberikan informasi giatnya proses denudasi-sedimentasi di daerah kajian, indikasi potensi kedapatan mineral berharga pada endapan plaser.
2. Litologi daerah kajian tersusun oleh sebaran batuan batuan malihan (metasilt, metapelit, filit, sekis gneis), granit, diorit dan aluvial. Granit terbentuk pada fase pegmatitik bersifat alkali, variasi keberadaan granit dikenali berupa granit biotit, granit, garnit biotit porpir, mikrogranit dan adamelit;
3. Sebaran bahan galian monasit di daerah kajian teridentifikasi pada material endapan plaser aluvial dengan radioaktivitas lingkungan sedimen 800 – 4.000 c/s, kandungan mineral berat 30 – 45 % (pan heavy mineral concentrate) berupa monasit dan xenotim, mineral yang hadir bersama-sama adalah zirkon dan alanit, ilmenit, hematit, magnetit, pirit, rutil.
4. Batuan yang berpeluang menjadi sumber monasit, adalah kelompok granit tipe S Yura–Kapur. Batuan dicirikan oleh nilai radioaktivitas tinggi (500 c/s – 9200 c/s) pada granit biotit dengan kadar U batuan relatif kecil berkisar dari 2,5 ppm- 64,8 ppm. Mineral penciri batuan sumber adalah adanya mineral penyerta berupa thorit, monasit, zirkon dan alanit.
5. Batuan perangkap monasit adalah sedimen plaser aluvium yang penyebarannya dikontrol oleh dataran lembah banjir pada jalur antar perbukitan, terletak terpisah dari dataran pantai mengikuti pola sebaran batuan granit (sumber monasit). Terdapat di DAS S. Pawan, DAS S. Tulak dan DAS S. Laur dengan total luas 25.068 Ha
6. Guna mengetahui kejelasan mengenai potensi dan karakter keberadan deposit bahan galian monasit perlu dilakukan penelitian penelitian yang menekankan pada aspek model geometri dan sebaran vertikal pada daerah DAS potensial.

DAFTAR PUSTAKA

1. KATILI J. A, "Tektonik Framework, Resources and Related Problem In Southeast Asia" Departement of Mine and Energy, Jakarta Indonesia, 1977
2. TUGIJO, "Geologi Terinci Daerah Semelangan Kalimantan Barat" Laporan Akhir, Tim prospeksi U PPBGN-BATAN, Jakarta, 1991
3. WILLIAM C; "The Geologic Occurrence of Monazite", Geological Survey Profesional Paper, US Government Printing Office, Washington, 1967
4. KEYSER F dan RUSTANDI E; "Peta Geologi Lembar Ketapang Lembar1414, Skala 1 : 250000", Pusat Pengembangan dan Penelitian Gelogi (PPPG) Departemen Pertambangan dan Energi, Jalan Diponegoro 57, Bandung 57., 1993
5. SUHARTADI, RAHMAT ISMANTO;" Prospeksi Terinci Daerah Hulu Sungai Pasaguan, Kalimantan Barat", PPBGN-BATAN, Jakarta, 1990
6. ZAINUDIN H, SOEPRAPTO; " Studi Granit Tukul Sebagai Sumber U, Sembelangan Kalimantan Barat, PPBGN-BATAN, Jakarta, 1991
7. WILLIAMS PR; "Late Cretaceous to Early Tertiary Structure of West Kalimantan" Tectonophysics: 148 (279-297), Elsevier Sciences Publisher B.V. Amsterdam, Printed in the Netherlands, 1988.
8. SOEPRAPTO;" Pengaruh Granit Tukul Ketapang Kalimantan Sebagai Sumber U", PPBGN-BATAN, 1991.
9. TJIA H.D; "Workshop on Quarternary Sea-Level Changes and Related Geological Processes in Relation to Secondary Tin Deposits", Unit Penambangan Timah Bangka, Bangka, 1989.