

## BUSUR MAGMATIK GRANIT TANTAN-NAGAN SEBAGAI POTENSI REE DI JAMBI

Ir. Yulia Morsa Said, M.T<sup>1</sup>, Bagus Adhitya, S.T., M.T<sup>2</sup>, Anggi Delliana Siregar, S.T., M.T<sup>3</sup>,  
Hari Wiki Utama, S.T., M.Eng<sup>4</sup>, D.M. Magdalena Ritonga, S.T., M.T<sup>5</sup>, Eko Kurniatoro, S.P., M.T<sup>6</sup>

<sup>123456</sup> Teknik Geologi, Universitas Jambi, Jambi

Corresponding author: bagusadhitya@unja.ac.id

**ABSTRAK:** REE (*Rare Earth Element*) atau unsur-unsur tanah jarang adalah mineral yang mengandung salah satu ataupun lebih unsur yang terdapat dalam kelompok 17 elemen kimia, kelompok ini terdiri dari kelompok kimia *lanthanide* (*lanthanum, cerium, praseodymium, neodymium, promethium, samarium, europium, gadolinium, terbium, dysprosium, holmium, erbium, thulium, ytterbium, and lutetium*) ditambahkan dengan *scandium* dan *yttrium*. Pada era Industri 4.0 atau industri modern REE (*Rare Earth Element*) merupakan komoditi yang sangat strategis, pemanfaatan unsur tanah jarang sangat dibutuhkan dalam berbagai macam bidang mulai dari industri elektronik, telekomunikasi, industri transportasi modern dan masih banyak lagi. Keterdapatan REE (*Rare Earth Element*) di Jambi-Sumatra terjadi sejak masa Mesozoikum Awal yaitu diawali dengan pembentukan Formasi Granit Tantan hingga masa Kenozoikum berupa pembentukan Formasi Granit Nagan. Lokasi penelitian berada di Sungai Manau, Kabupaten Merangin yang merupakan bagian dari busur magmatik Sunda yang tersusun oleh intrusi batuan plutonik granodiorit dengan xenolit berupa andesit, micro diorit dan diorit pada Formasi Tantan dan Intrusi batuan plutonik Granit, Granodiorit dan Adamelit pada Formasi Nagan. Hal ini dilakukan karena pembentukan endapan mineral unsur REE (*Rare Earth Element*) sangat berasosiasi dengan pendinginan batuan beku plutonik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi Geologi Daerah penelitian dan hubungannya terhadap keterdapatan REE (*Rare Earth Element*) dan mengetahui Potensi REE yang terdapat pada Formasi Tantan dan Formasi Nagan yang ada di Kabupaten Merangin, Provinsi Jambi.

Kata kunci: Potensi, REE, Unsur Tanah Jarang.

**ABSTRACT:** REE (*Rare Earth Element*) or rare earth elements are minerals that contain one or more elements contained in a group of 17 chemical elements, this group consists of the chemical groups of *lanthanide* (*lanthanum, cerium, praseodymium, neodymium, promethium, samarium, europium, gadolinium, terbium, dysprosium, holmium, erbium, thulium, ytterbium, and lutetium*) are added with *scandium* and *yttrium*. In the era of Industry 4.0 or modern industry REE (*Rare Earth Element*) is a very strategic commodity, the use of rare earth elements is very much needed in various fields ranging from electronics, telecommunications, modern transportation industries and many more. The REE (*Rare Earth Element*) in Jambi-Sumatra has occurred since the Early Mesozoic period, which was preceded by the formation of the Tantan Granite Formation to the Cenozoic Period in the form of the Nagan Granite Formation. The research location is in the Manau River, Merangin Regency which is part of the Sunda magmatic arc composed of granodiorite plutonic rock intrusions with xenolites in the form of andesites, micro diorites and diorites in the Tantan Formation and in the intrusion of granite, granodiorite and Adamelit plutonics in the Nagan Formation. This is done because the formation of REE (*Rare Earth Element*) mineral deposits is strongly associated with the cooling of plutonic igneous rocks. The purpose of this study was to determine the geological condition of the study area and its relationship to the REE (*Rare Earth Element*) and to find the potential of REE contained in the Tantan Formation and Nagan Formation in Merangin District, Jambi Province.

Keywords: Potential, REE, Rare Earth Elements.

### PENDAHULUAN

Sumatra merupakan salah satu wilayah bagian dari Kepulauan Indonesia dan secara regional bagian kepulauan di Asia Tenggara yang memiliki kondisi

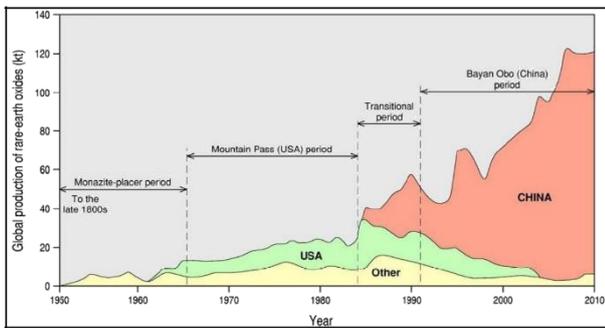
geologi dan evolusi tektonik yang masih menjadi suatu teka teki (Hall 2002), (Hamilton 1979). Menurut (Carlile dan Mitchell 1994), kepulauan Indonesia terdiri dari busur magmatik yang membentuk segmen-segmen dan berasosiasi terhadap keterdapatan endapan mineral yang

mengandung unsur tanah jarang (Rare Earth Element), salah satunya Busur Sunda, Sumatra.

Proses pembentukan endapan mineral di Jambi-Sumatra terjadi sejak Mesozoikum Awal yaitu dengan pembentukan Formasi Granit Tantan hingga Kenozoikum Formasi Granit Nagan, (Suwarna et al. 1992). Sungai Manau merupakan bagian dari busur magmatik Sunda yang disusun oleh batuan plutonik granit Formasi Granit Tantan hingga Busur Magmatik Eosen Nagan. Pembentukan endapan mineral unsur REE sangat berasosiasi dengan pendinginan batuan beku plutonik, (Herman 2009).

Unsur-unsur tanah jarang cenderung terbentuk secara alamiah sebagai gabungan dari sebagian unsur-unsur tanah jarang tertentu. Unsur unsur ini termasuk ke dalam kelompok litofil, yang terkonsentrasi terutama dalam fase silikat dibandingkan dengan fase logam atau sulfida, tetapi juga mempunyai kecenderungan terdispersi sejak pembentukannya sebagai jejak di dalam mineral. Permintaan unsur-unsur tanah jarang didasarkan pada pertimbangan kebutuhan sektor industri yang terdiri atas katalis minyak bumi dan pemecah kompleks susunan kimia, metalurgi, keramik dan gelas; pengembangan magnet, listrik, dan penelitian lainnya (Herman 2009).

Permintaan akan tingginya REE membuat penelitian sumber daya mineral saat ini lebih mengarah kepada menemukan sumber daya tersebut. Kondisi cadangan yang masih sangat terbatas, sumber daya yang ditemukan relatif sedikit tidak sebanding dengan kebutuhan terhadap REE. Indonesia sendiri merupakan salah satu negara paling sedikit cadangan REE yang teridentifikasi, padahal kebutuhan akan hal itu sangat tinggi. China, USA merupakan negara penyuplai paling tinggi (Hall et al. 2014).



Gambar 1. Negara dengan penyuplai REE tertinggi di dunia oleh (Hall et al. 2014).

Langkanya sumber daya REE merupakan permasalahan yang akan dikontribusikan di dalam penelitian ini. Kondisi geologi, menemukan karakteristik batuan pada busur magmatik merupakan salah satu permasalahan yang akan dilakukan. Keterdapatan dan kelimpahan unsur REE sangat memungkinkan hadir pada batuan-batuan busur magmatik. Selain karena belum ada penelitian tentang REE di daerah penelitian Tujuan dilakukannya penelitian ini juga sangat berguna untuk mengetahui kondisi geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi dan hubungannya terhadap keterdapatan sumber

daya REE. Menginterpretasi kontrol geologi pembentukan dari REE dan asosiasinya terhadap busur magmatik.

## Geologi Regional

### Tektonik

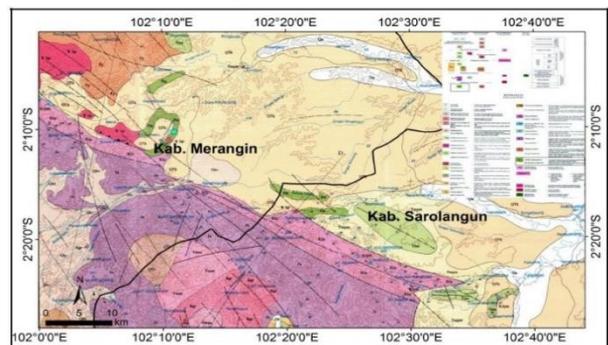
Kondisi tektonik Sumatera saat ini merupakan rangkaian dari evolusi Pulau Sumatera sebagai hasil subduksi dari batas lempeng Samudera Hindia yang menunjam di bawah lempeng Benua Eurasia pada Masa Kenozoikum yang diperkirakan telah menyebabkan terjadinya rotasi dari Pulau Sumatera dengan orientasi arah perputaran searah jarum jam (Metcalf 2013), (Metcalf 2011), (Natawidjaja 2017). Orientasi Pulau Sumatera ini yang pada awalnya berarah barat-timur menjadi barat laut-tenggara (Hamilton 1979). Perubahan deformasi Pulau Sumatera yang mengalami rotasi terjadi pada Kala Oligo-Miosen yang berhubungan dengan pembentukan basement dan stratigrafi Perbukitan Barisan sebagai batuan dasar (Putra dan Husein 2016). Deformasi ini menyebabkan terjadinya pergerakan sesar Sumatera yang mulai aktif pada kala tersebut.

(Suwarna et al. 2005), (Carlile dan Mitchell 1994), Sungai Manau merupakan rangkain dari busur magmatik yang berumur Trias hingga Eosen dan merupakan bagian dari Busur Sunda. Karakteristik Busur Sunda merupakan busur terpanjang di Indonesia, magmatisme dan keterdapatan mineral beroasisasi dengan busur ini.

### Stratigrafi

Stratigrafi daerah penelitian yang merupakan kedalam peta geologi regional Lembar Sarolangun-Bangko skala 1:250.000 oleh (Suwarna et al. 1992). Secara administratif termasuk kedalam Kabupaten Merangin dan Sarolangun.

Stratigrafi batuan dikombinasikan pada karakter batuan penyusun. Berdasarkan data tersebut setidaknya secara umum Mengkarang dan sekitarnya disusun oleh batuan dari Formasi Mengkarang berumur Permian (Pm), Intrusi Granit Tantan (Trjgdt) berumur Trias, dan Formasi batuan yang paling muda Formasi Kasai (QTK) berumur Plio-Plistosen yang didominasi oleh batuan sedimen klastik dan sedimen epiklastik (Gambar 2).



Gambar 2. Peta geologi regional Mengkarang dan sekitarnya (blok hijau), kompleksitas stratigrafi dan struktur geologi sangat tercermin di daerah ppenelitian, modifikasi dari peta geologi regional lembar Sarolangon-Bangka pada skala 1:250.000 (Hari Wiki et al. 2018).

Hubungan Magmatisme dan REE

Proses pembentukan batuan, unsur-unsur logam tanah jarang (REE) tersebar dalam jumlah sedikit atau sebagai jejak, dalam hal ini bukan merupakan komponen utama pembentuk batuan (Herman 2009). Namun, semua mineral dapat ditempati oleh salah satu dari tiga kelompok unsur bergantung pada total kandungannya:

- (1) konsentrasi REE sangat kecil, termasuk sebagian besar mineral pembentuk batuan. Tingkat konsentrasi relatifnya terkait dengan variasi pola distribusi unsur-unsur tanah jarang ringan (Light Rare Earth Elements/LREE) dan berat (Heavy Rare Earth Elements/HREE) di dalam mineral-mineral tersebut.
- (2) REE tetapi merupakan bahan inti, terdiri atas mineral-mineral mengandung > 0,01 wt.% REE (Herrmann, di dalam Wedepohl, 1970); besar kemungkinan memperlihatkan tren khusus distribusi unsur-unsur tersebut.
- (3) REE yang termasuk ke dalam kategori kaya kandungan lantanida, serupa dengan mineral-mineral mengandung kadar REE rendah, seperti alanit (salah satu mineral dari kelompok epidot yang mengandung Ce) dan ytrofluorit (fluorit mengandung mengandung Y).

Batuan beku dapat mengandung beberapa ratus ppm lantanida, yang tersebar di dalam mineral utama dan asesori. Pada Tabel 2.1 menunjukkan kisaran kandungan unsur-unsur tanah jarang ( $\Sigma$ REE) di dalam batu-batuan beku menengah hingga silikaan yang kemungkinan ditemukan di lingkungan busur vulkanik/magmatik atau batas lempeng konvergen (Herman 2009).

Tabel 1. Kandungan Unsur-Unsur Tanah Jarang (REE) di dalam Batuan Beku intermediet-asam (Herman 2009)

Jenis Batuan Beku	Unsur-unsur Tanah Jarang ( $\Sigma$ REE, dalam ppm)
Andesit benua	67 - 341
Anortosit	1,7 - 148
Granitik (Diorit kuarsa, tonalit, granodiorit)	10,5 - 499
Monzogranit dan sienogranit	8 - 1977

Kegunaan REE

Memasuki industri modern, unsur tanah jarang merupakan komoditi yang strategis dan signifikan. Pemanfaatan unsur tanah jarang sangat dibutuhkan dalam berbagai macam bidang mulai dari industri elektronik hingga industri transportasi modern. Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan pemanfaatan unsur-unsur tanah jarang dalam berbagai macam industri (Tabel 2).

Tabel 2. Pemanfaatan Unsur Tanah Jarang dalam Dunia Industri (Humphries et al. 2012)

Unsur Tanah Jarang Ringan	Pemanfaatan
Lanthanum	Baterai, campuran logam, hybrid engines
Cerium	Katalis, petroleum refining, campuran logam
Praseodymium	Magnet
Neodymium	Katalis, hard drive pada laptop dan headphone, hybrid engines
Samarium	Magnet
Europium	Warna merah pada layar TV dan komputer
Terbium	Phosphorus, magnet permanen
Dysporium	Magnet permanen, hybrid engines
Erbium	Phosphorus
Yttrium	Pewarna merah, lampu fluorescent, keramik, agen pencampur logam
Holmium	Pewarna gelas, laser
Thulium	Komponen alat X-ray
Lutetium	Katalis pada petroleum refining
Ytterbium	Laser, campuran baja
Gadolinium	Neomagnet

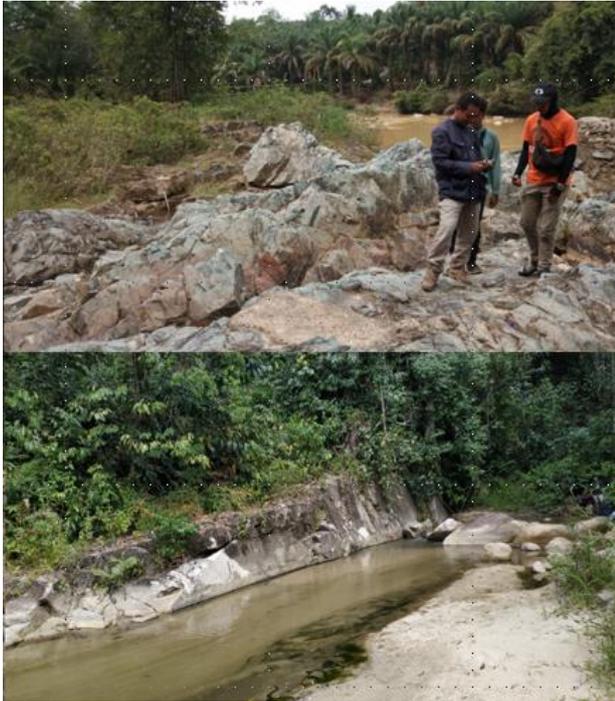
METODE PENELITIAN

Secara umum metode yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi studi pustaka, penginderaan jauh, observasi lapangan, analisa petrografi, analisa geokimia ICP, dan pembuatan laporan. Perencanaan yang sistematis akan membantu dalam menyelesaikan penelitian ini dengan terstruktur, sehingga diperlukan suatu tahapan untuk mendapatkan hasil penelitian yang maksimal, diharapkan dapat meminimalisir kekeliruan di dalam penelitian nantinya.

Studi pustaka dilakukan untuk menunjang penelitian mengenai geologi daerah penelitian secara regional maupun lokal, data peta topografi, citra SRTM 90 m, penarikan kelurusan struktur, pembuatan peta tentatif geomorfologi dan geologi, perencanaan lintasan. Obsevasi lapangan bertujuan untuk mendokumentasikan dan mengambil data primer dengan metode pemetaan geologi yaitu dengan mendapatkan data sebaran batuan permukaan berupa litologi, struktur geologi, batuan teralterasi, pengamatan topografi ataupun kelerengan, dan pengamatan geomorfologi. Preparasi conto batuan dilakukan di Teknik Geologi, Universitas Jambi yang berorientasi pada waktu pengambilan data lapangan, di antaranya preparasi untuk analisa Petrografi dan Geokimia-ICP. Tahapan ini dilakukannya analisis dan pengolahan data yang dilakukan di studio dan laboratorium disertai diskusi. Analisis dan pengolahan data ini harus berdasarkan atas konsep-konsep geologi dan juga didukung dari studi referensi tentang topik terkait. Analisis terhadap data-data yang telah dikumpulkan untuk mencapai tahapan penelitian yang telah disusun, sesuai dengan judul penelitian. Pada tahap ini meliputi sintesis dari data lapangan terhadap hasil pengerjaan studio dan laboratorium. Kemudian dilakukan interpretasi data yang bertujuan untuk memperkuat hasil observasi di lapangan. Pada akhir dari tahapan ini dilakukan pemuatan laporan akhir.

## HASIL DAN ANALISIS

Pengambilan sampel data dilakukan di dua lokasi, lokasi pengamatan merupakan bagian dari busur magmatik Sunda yang disusun oleh batuan plutonik Formasi Granit Tantan hingga Busur Magmatik Eosen Nagan, karena keterdapatannya endapan mineral unsur REE sangat berasosiasi dengan pembekuan batuan beku plutonik (Herman 2009).



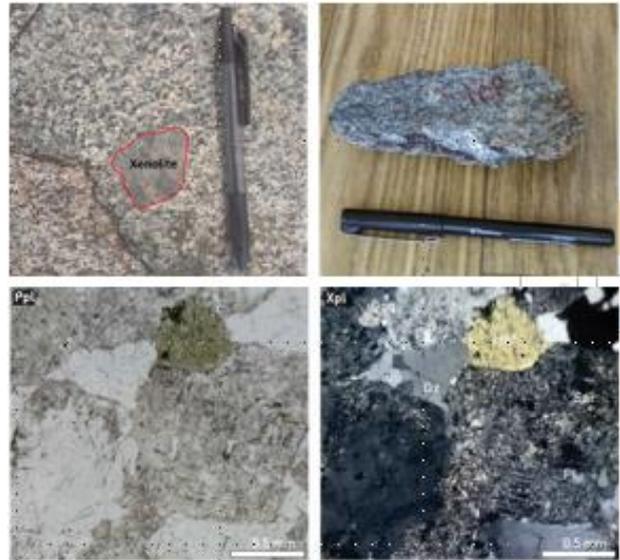
Gambar 3. Lokasi Pengambilan Data Potensi REE Formasi Tantan Sungai Manau, Desa Durian Lecah, Kabupaten Merangin (Kiri) dan Lokasi Pengambilan Data Potensi REE Formasi Nagan Bukit Nagan, Desa Bukit Batu, Kabupaten Merangin (Kanan).

Lokasi pertama dilakukan di Sungai Manau, Desa Durian Lecah, Kabupaten Merangin pada Formasi Tantan dan lokasi kedua pada Bukit Nagan, Desa Bukit Batu, Kabupaten Merangin di Formasi Nagan. Lokasi pengamatan dapat dilihat pada Gambar 3.

### Proses Preparasi Data dan Petrografi Sampel Batuan Formasi Tantan dan Formasi Nagan

Proses pengambilan batuan dilakukan secara manual dengan menggunakan Palu beku. Dari Analisa sampel fisik batuan yang didapat pada sampel pertama (Formasi Tantan) didapat satuan batuan adalah berupa granodiorite dengan xenolit berupa andesite, micro diorite dan diorite. Terdapatnya xenolith pada batuan granodiorite di Formasi Tantan dikarenakan peleburan tidak sempurna saat proses intrusi berlangsung, sehingga masih terlihat fragmen batuan yang tertanam di tubuh batuan tersebut. Xenolit yang tertanam kemungkinan berasal dari Formasi Pelepat

yang berumur Perm. Berdasarkan pengamatan mikroskopis struktur masif, tekstur fanerik, mineral sedang – halus, terdapat alterasi dengan tipe serisitik yang dicirikan dengan mineral serisit, komposisi mineral berupa plagioklas, kuarsa, hornblenda, serisit dan opak. Dari analisa tersebut jenis batuan ini adalah Granodiorit.



Gambar 4. Preparasi Data Batuan dan hasil Analisa Petrografi Formasi Tantan.

Sedangkan pada sampel kedua (Formasi Nagan) didapat satuan batuan berupa batuan Granit, Granodiorit dan Adamellit. Batuan-batuan ini adalah batuan beku plutonik bertekstur fanerik dan bersifat asam hingga intermediate (Gill 2010). Batuan beku Granitoid umumnya tersusun oleh kristal karena proses pendinginan dari kristalisasi magma yang terjadi secara perlahan yang menghasilkan tekstur faneritik, sehingga tingkat derajat kristalisasi adalah holokristalin. Berdasarkan pengamatan mikroskopis struktur masif, tekstur fanerik, mineral kasar – halus, komposisi mineral berupa plagioklas, k-feldspar, kuarsa, hornblenda, dan biotit. Dari analisa tersebut jenis batuan ini adalah Granit.

Dengan adanya mineral hornblende dan biotit di batuan Granit Formasi Nagan bisa jadi magma asal bersifat hydrous, dimana berasal dari peleburan kerak ataupun peleburan batuan samping.



Gambar 5. Preparasi Data Batuan Dan Hasil Analisa Petrografi Formasi Nagan.

Hasil Analisa Geokimia dengan Metode ICP

Berdasarkan hasil analisa Geokimia dengan metode ICP diketahui sampel batuan dari Formasi Tantan dan Formasi Nagan mengandung Potensi REE (Rare Earth Element), namun tidak semua parameter yang dilakukan karena biaya analisa yang cukup mahal. Dari 17 Unsur Tanah Jarang atau REE dipilih lima unsur, yakni: Cerium, Gadolinium, Lanthanum, Scandium, dan Yttrium. Dari hasil analisa Geokimia – ICP diketahui unsur REE terbesar pada batuan Granodiorit Formasi Nagan adalah Cerium sebesar 23 ppm dan yang terkecil adalah Gadolinium sebesar 6 ppm, pada batuan Granit Formasi Nagan unsur REE terbesar adalah Cerium sebesar 25 ppm, sedangkan yang terkecil adalah Scandium sebesar 0 ppm, padahal unsur Scandium pada batuan Granodiorit Formasi Nagan adalah 18 ppm, hal ini menunjukkan karakter REE yang ada di kedua batuan plutonik di dua Formasi ini berbeda. Kandungan REE pada Formasi Tantan dan Formasi Nagan dapat dilihat di (Tabel 3).

Tabel 3. Kandungan Unsur-Unsur Tanah Jarang (REE) di dalam Batuan Beku Formasi Tantan dan Formasi Nagan.

No	Kode Conto	PARAMETER				
		Cerium ppm	Gadoliniu m ppm	Lanthanu m ppm	Scandiu m ppm	Yttriu m ppm
1	Formasi Tantan	23	6	13	18	17
2	Formasi Nagan	25	3	16	0	4

KESIMPULAN

Batuan beku pada Formasi Tantan tersingkap mulai dari sungai manau sampai sungai mengkarang dengan morfologi curam - terjal, bila diperhatikan melalui peta geologi batuan-batuan ini adalah suatu tubuh intrusi besar dengan luasan lebih kurang 50 km<sup>2</sup> yang berupa stock atau mungkin batholith. Dari sini bisa dibuktikan kalau daerah penelitian berupa magmatisme awal dari pulau sumatera. Sehingga dengan diketahui Potensi REE di batuan Granodiorit Formasi Tantan dan batuan Granit Formasi Nagan maka cadangan REE akan sangat besar karena tubuh instrusi berupa stock ataupun batholith sangat dekat dengan kantong magma atau bahkan waduk magma yang sudah mengalami diferensiasi.

Formasi Tantan berumur Trias dan Formasi Nagan berumur Eosen, sehingga apabila diruntun ada perbedaan kurun antara mesozoikum dan kenozoikum. Dimana ada suatu peristiwa besar vulkanisme dan magmatisme pada zaman Trias, Jatuhnya meteor pada zaman Jura, dan

pembentukan batuan-batuan metamorf pada akhir zaman kapur yang disebabkan aktifitas tektonik berupa kompresi dari kurun Mesozoikum sampai Kenozoikum. Lalu pada awal Kenozoikum kala paleosen tidak terjadi pengendapan sehingga terjadi ketidakselaraasan terhadap batuan sedimen yang ada di atasnya Formasi Bandan. Proses Magmatisme mulai terjadi pada umur eosen ditandai dengan Intrusi Batuan Granit Formasi Nagan. Sehingga hubungan stratigrafi antara Formasi Nagan dan Formasi Tantan adalah Intrusi namun dari observasi lapangan tidak ditemukan adanya xenolith dari batuan Granit Formasi Tantan pada Batuan Granit Formasi Nagan.

Dari hasil analisa Petrografi pada Formasi Tantan satuan batuan adalah Granodiorit, dan dari observasi lapangan satuan batuan pada Formasi Tantan terdiri dari granodiorit dengan xenolit berupa andesit, micro diorit dan diorit. Sedangkan Dari hasil analisa Petrografi pada Formasi Nagan satuan batuan adalah Granit dan dari obesrvasi lapangan satuan batuan terdiri dari Granit, Granodiorit dan Adamelit.

Batuan beku Granodiorit Formasi Tantan diketahui memiliki Potensi REE Cerium 23 ppm, Gadolinium 6 ppm, Lanthanum 13 ppm, Scandium 18 ppm, Yttrium 17 ppm. Sedangkan pada Batuan beku Granit Formasi Nagan memiliki Potensi REE Cerium 25 ppm, Gadolinium 3 ppm, Lanthanum 16 ppm, Scandium 0 ppm, Yttrium 4 ppm.

UCAPAN TERIMAKASIH

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi dari Dana PNPB Penelitian tahun 2019. Terima kasih juga disampaikan kepada panitia penyelenggara Seminar Nasional ReTII dan Seminar Internasional ICITID.

DAFTAR PUSTAKA

Hall, R. (2014) Indonesia tectonics: subduction, extention, provenance, and more, Indonesian Petroleum Association, Proceedings 38th Annual Exhibition and Convention, Jakarta, Indonesia, IPA14-G-360.

Hall, R. (2002) Cenozoic Geological and Plate tectonic Evolution of SE Asia and the SW Pasific: Computer Based Reconstruction, Model and Animation, Journal of Asian Earth Sciences, 20, 353-356.

Hamilton, W.B. (1979) Tectonic of the Indonesian Region, Professional Paper 1078, U.S. Geological Survey, Washington, D.C.

Herman, D.Z. 2009. Tenjauan Kemungkinan Sebaran Unsur Tanah Jarang (REE) Lingkungan Panas Bumi

(Contoh kasus Lapangan panas Bumi Dieng, Jawa tengah). Jurnal geologi Indonesia. Vol 4. 1-8.

Humphries, Marc. 2012. Rare earth element: The Global Supply Chain. Congressional research service.

Metcalf, I. 2013. Gondwana dispersion and Asian accretion: Tectonic and palaeogeographic evolution of eastern Tethys. Journal of Asian Earth Sciences. 66. 1-33.

Suwarna, N., Suharsono., Gafoer, S., Amin, T.C., Kusnama., Hermanto, B. (1992) Geological Map of Sarolangun Quadrangle Sumateral, Scale 1:250.000, Geological research and Development Centre, Bandung.