

**STUDI DISTRIBUSI MINERAL IKUTAN TIMAH (MIT) UNTUK MENDUKUNG  
METODA PENANGANAN SAMPEL PADA KEGIATAN EKSPLORASI**

**Syafrizal<sup>1)</sup>, Andika Satria Pradana<sup>2)</sup>, Satyogroho Dian Amertho<sup>3)</sup>, Ichwan Azwardi<sup>3)</sup>,  
Mohamad Nur Heriawan<sup>1)</sup>, dan Arie Naftali Hawu Hede<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Kelompok Keahlian Eksplorasi Sumberdaya Bumi, Fakultas Teknik Pertambangan  
dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung, (FTTM – ITB)

<sup>2)</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, FTTM – ITB

<sup>3)</sup>PT. Timah Tbk. Bangka

**ABSTRAK**

PT. Timah Tbk merupakan perusahaan yang memiliki Izin Usaha Pertambangan (IUP) logam timah yang berencana menjadikan komoditas logam tanah jarang sebagai *by-product* dari ekstraksi logam timah sebagai komoditas utama. Telah diteliti bahwa Mineral Ikutan Timah (MIT) pembawa *Rare Earth Elements* (REEs) yang jumlahnya cukup dominan pada setiap sampel pemboran yang sudah dilakukan PT Timah Tbk diantaranya adalah *ilmenite*, *rutile*, *zircon*, *monazite*, *xenotime*, dan *anatase*. Eksplorasi terhadap logam timah terus dilakukan oleh PT Timah Tbk. Namun, eksplorasi khusus untuk setiap Mineral Ikutan Timah (MIT) pembawa *Rare Earth Elements* (REEs) hanya sebatas pada dokumentasi kadar mineral-mineral pembawa REEs pada sampel pemboran saja. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, peneliti bertujuan untuk melakukan studi dan analisis distribusi mineral pembawa REEs untuk mencari aspek-aspek penting yang harus diperhatikan oleh PT Timah Tbk dalam merancang SOP (Standar Operasi Prosedur) preparasi hasil sampling eksplorasi yang tepat untuk ekstraksi mineral cassiterite tanpa mengabaikan kehadiran mineral pembawa REEs yang prospek untuk ditambang. Data-data yang digunakan peneliti berasal dari sampel-sampel primer, aluvial, konsentrat, dan *tailing* yang ada pada setiap daerah yang kemudian dilakukan kuantifikasi kadar mineral-mineral pembawa REEs dengan metode *grain counting*. Tahap selanjutnya adalah rekapitulasi, pengolahan data, dan penyajian data menggunakan metode-metode statistik. Lalu, akan dilakukan pembahasan, analisis, serta penarikan kesimpulan berdasarkan hasil pengolahan data yang menjawab rumusan masalah dan tujuan dari penelitian ini.

Kata kunci : Mineral Ikutan Timah (MIT), *Rare Earth Elements* (REEs), *Grain Counting*, Standar Operasi Prosedur, Sampling Eksplorasi.

**ABSTRACT**

*PT Timah Tbk is a state-owned company that has tin metal Mining Business License or well known as Izin Usaha Pertambangan (IUP) which plans to make rare earth metal commodities as a by-product of tin metal extraction as the main commodity. Based on research, REEs (Rare Earth Elements)-bearing minerals quite dominant in each drilling sample by PT Timah Tbk which are ilmenite, rutile, zircon, monazite, xenotime, dan anatase. Exploration of tin metal still continues by PT Timah Tbk. Nevertheless, the exploration of Rare Earth Metal (REM) is limited to the REEs-bearing minerals grade documentation in the drilling sample only. Therefore, on this occasion, writer aims to study and analyze the distribution of REEs-bearing minerals to look for important aspects that must be considered by PT Timah Tbk in designing the right SOP (Standard Operating Procedure) of exploration sample handling result for cassiterite mineral extraction without ignoring the presence of REEs-bearing minerals that are prospects to be mined. The data which used by the writer originated from primary, alluvial, concentrate, and tailing samples that exist in each region which then quantified the grade of REEs-bearing minerals using grain counting method. The next step is recapitulation, processing data, and presenting data using statistical*

*methods. Then, discussion, analysis, and conclusions will be conducted based on results of data processing that answer the problem formulation and the purpose of this study.*

*Keyword : By-product of tin metal extraction, Rare Earth Elements (REEs), Grain Counting, Standard Operating Procedure, exploration sample handling.*

## A. PENDAHULUAN

REEs memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan peran penting dalam perkembangan teknologi baru (Sabtando, 2009). Namun, Cina sebagai pemasok Logam Tanah Jarang (LTJ) terbesar di dunia mulai membatasi ekspor LTJ pada tahun 2010 yang menuntut negara-negara konsumen untuk mandiri dalam memenuhi kebutuhan LTJ dalam negeri (asiatimes.com). Di Indonesia, hal tersebut mendorong kegiatan eksplorasi dan penelitian yang lebih mendalam tentang REEs. Penelitian tentang karakteristik REEs sudah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu, tetapi dalam ruang lingkup aluvial dan *tailing*. Penelitian ini akan dilakukan untuk mempelajari karakteristik REEs dari primer, sekunder, dan *tailing* pada beberapa daerah di Bangka Belitung.

Mengacu kepada Permen ESDM No. 25/2018 tentang perusahaan pertambangan mineral dan batubara dan serta Permen ESDM No. 26/2018 tentang pelaksanaan kaidah pertambangan yang baik dan pengawasan pertambangan mineral dan batubara, diketahui bahwa pemerintah telah mengamanahkan untuk melakukan total *mining* dan konservasi mineral timah beserta mineral ikutannya. Konservasi mineral timah beserta ikutannya dilakukan untuk mengupayakan perlindungan, perbaikan, dan penggunaan bahan galian secara bijaksana yang dapat memberikan manfaat ekonomi dan sosial, menjaga ekosistem lingkungan, serta melakukan pembangunan bagi negara umumnya, masyarakat di sekitar tempat eksploitasi galian khususnya.

Berdasarkan informasi dari PT Timah Tbk dan penelitian mengenai REEs pada 2013, diketahui bahwa unsur-unsur *Rare Earth Element* (REEs) terdapat pada mineral-mineral seperti monazite, zircon, xenotime, ilmenite, dan rutile. Mineral-mineral yang mengandung Rare Earth Elements (REEs) ini merupakan mineral ikutan yang terdapat pada endapan sekunder timah aluvial dan termasuk sebagai Mineral Ikutan Timah (MIT). Pada endapan sekunder yang meliputi endapan eluvial, koluvial dan aluvial terjadi proses pengkayaan mineral-mineral berat seperti *cassiterite* dan mineral ikutan timah yang mengandung REEs. Selain itu, pada *tailing*/sisa pengolahan timah, mineral ikutan timah yang mengandung REE juga mengalami pengayaan karena telah terpisah dari mineral *cassiterite*.

Daerah Badau (Pulau Belitung), Toboali dan Bangka Selatan (Pulau Bangka) yang terletak di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung merupakan salah satu daerah yang dieksplorasi oleh PT Timah Tbk untuk menjajagi kemungkinan keterdapat endapan MIT termasuk REEs, namun potensi MIT tersebut belum diketahui. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk dapat mengestimasi potensi MIT di daerah ini. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan PT Timah Tbk untuk dapat melakukan eksplorasi lebih detail lagi pada MIT.

Hingga saat ini, program eksplorasi terkait MIT yang telah dilakukan masih bersifat sporadis, namun data-data yang tersedia sudah cukup banyak dan beragam. Kegiatan eksplorasi MIT seharusnya telah dilakukan secara bertahap mulai dari tahapan awal hingga tahapan rinci. Namun, eksplorasi MIT hanya terbatas pada dokumentasi kadar pada hasil pemboran. Belum ada studi lanjut mengenai proses yang tepat untuk terlaksananya konservasi mineral khususnya REEs. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mengetahui distribusi REEs pada masing-masing jenis endapan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, peneliti akan melakukan studi distribusi mineral pembawa REEs pada masing-masing endapan yang terdapat pada daerah yang dieksplorasi oleh PT Timah Tbk.

Unsur tanah jarang atau REE (*Rare Earth Element*) merupakan kumpulan dari 17 unsur yang jarang ditemukan di alam. Ketujuh-belas unsur ini adalah: Scandium (Sc), Yttrium (Y), Lanthanum (La), Cerium (Ce), Praseodymium (Pr), Neodymium (Nd), Promethium (Pm), Samarium (Sm), Europium (Eu), Gadolinium (Gd), Terbium (Tb), (Dysprosium (Dy), Holmium (Ho), Erbium (Er), Thulium (Tm), Ytterbium (Yb), dan Lutetium (Lu). REEs disebut jarang karena di alam unsur-unsur ini memang jarang ditemukan secara besar-besaran, meskipun kelimpahannya di kerak bumi jauh lebih banyak dibandingkan emas maupun logam dasar. Keterdapatannya REEs umumnya tidak dijumpai secara tunggal dalam sebaran dengan jumlah besar, tetapi ditemukan kecil-kecil sebagai ikutan pada mineral lain sebagai senyawa kompleks (Humphries, 2013).

Sampel-sampel pemboran yang dilakukan oleh PT Timah terdiri dari cassiterite dan Mineral ikutan timah (MIT) yang beberapa diantaranya merupakan REEs. Mineral pembawa REEs tersebut diantaranya adalah *monazite*, *xenotime*, *zircon*, *ilmenite*, *rutile*, dan *anatase*. (Szamalek, dkk, 2013). Sampel *tailing* yang berasal dari pulau Bangka mengandung 21,23% berat *monazite* dan 17,55% *xenotime* serta *zircon*, *ilmenite*, *anatase*, dan *rutile* merupakan mineral-mineral pembawa REEs (Szamalek, dkk, 2013). Pernyataan bahwa mineral tersebut pembawa REEs turut didukung oleh peneliti dari Spanyol melalui analisis ICP-MS (Contreras, dkk, 2017).

## B. HASIL DAN PEMBAHASAN

### B.1. Karakteristik Endapan dan Sampel

#### *Batuan Granit (Endapan Primer)*

Batuan granit atau disebut juga sebagai batuan granitik merupakan batuan yang plutonik, faneritik (Best, 2003), granular, sebagian besar terdiri dari mineral felsik dan kaya akan kuarsa (Pearce, 1996) dengan komposisi kimia yang bervariasi (Raymond, 2002). Batuan granitoid memiliki komposisi kimia dengan kadar silika kurang lebih 50 % hingga 70 %, dimana pada suatu tubuh pegmatit kadar silika bisa mencapai 100 % (Raymond, 2002). Seiring dengan meningkatnya silika, kadar besi, magnesium, dan kalsium menurun, namun kadar potasium meningkat (Raymond, 2002). Berdasarkan (Gill, 2010), komposisi mineral utama batuan granitik adalah mineral kuarsa, alkali feldspar, plagioklas, piroksen, *hornblende*, biotit, muskovit, turmalin. Identifikasi mineral pada batuan granitoid pada umumnya mudah dilakukan pada hand specimen karena kristal pada batuan mudah dilihat dan dibedakan. Mineral biotit seringkali mengandung inklusi mineral aksesori radioaktif seperti zirkon (Gill, 2010). Batuan granitoid dapat dikelompokkan berdasarkan mineralogi, redoks, serta saturasi alumina dan genesis.

#### *Endapan Sekunder (Placer)*

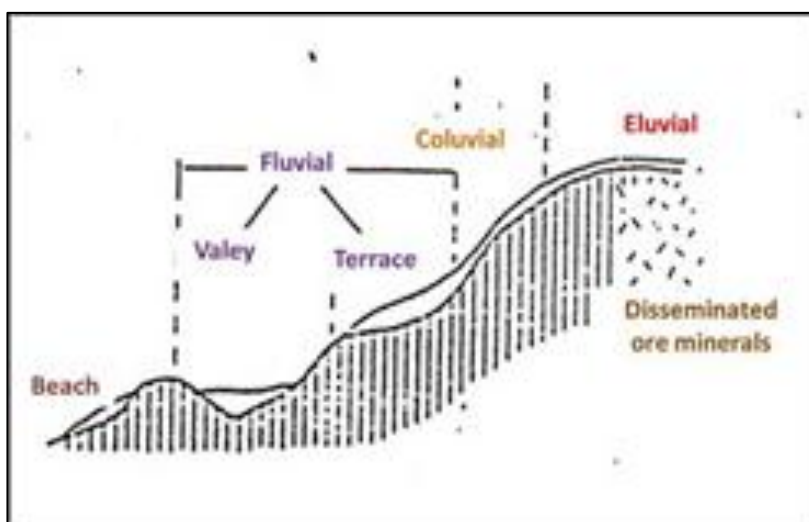
Endapan placer adalah endapan *allochthonous* yang bernilai ekonomis. Endapan *allochthonous* sendiri mengandung definisi sebagai endapan yang mengalami transportasi dari lingkungan asalnya menuju ke suatu lingkungan baru di mana kemudian terendapkan bersama-sama dengan kelas-kelas endapan terigen (klastik) dan piroklastik. Kelas-kelas endapan terigen (klastik) yang dimaksudkan contohnya lempung, pasir silisiklastik, dan konglomerat. Sedangkan endapan piroklastik contohnya tufa, tufa lapili, aglomerat, dan breksi vulkanik (Evans, 1987).

Secara khusus, Macdonald (1983) mengklasifikasikan endapan placer menjadi tiga kelompok berdasarkan lingkungan pembentukan atau pengendapannya, seperti Gambar 1, yaitu :

- Placer Kontinental (darat), terdiri atas placer-placer eluvial, koluvial, fluvial, gurun, dan glasial (es).
- Placer Transisional (antara darat dan laut), yaitu placer eolian pantai
- Placer Marin (laut).

**Karakteristik Endapan Eluvial**

Eluvial terbentuk di sekitar lereng bukit dari mineral yang terlepas dari batuan induk (parent rock) terdekat. Mineral berat hanya terkumpul di atas dan di lereng bawah sumber. Sedangkan, mineral yang bersifat non-resisten dan yang lebih ringan terlarutkan atau tersapu menuruni bukit akibat hujan atau tertiuap angin. Hal ini menghasilkan konsentrasi parsial. Jelas, untuk menghasilkan endapan yang bernilai ekonomis, proses konsentrasi atau pengendapan membutuhkan sumber yang kaya (Evans, 1987).



Gambar 1. Sketsa Posisi Relatif Endapan Placer.

**Karakteristik Endapan Koluviol**

Koluviol terbentuk akibat pelapukan setempat di atas tubuh batuan induk (parent rock) yang mengalami proses transportasi dengan media air yang telah memilah material lepas berdasarkan berat jenis dan mengkonsentrasikan mineral-mineral berat dalam satu lapisan (Lubis, 2017).

**Karakteristik Endapan Alluvial**

Alluvial tidak terbentuk di kelok-kelok sungai usia tua karena aliran saat ini terlalu lamban untuk mengangkut mineral berat (Evans, 1987). Brady & Jobson (1973) menunjukkan bahwa kecepatan jatuh tidak terlalu penting dan mereka menemukan bahwa konfigurasi lapisan dan berat jenis dari mineral butir adalah faktor yang paling penting. Fraksi mineral berat sedimen jauh lebih berbutir dari pada fraksi ringan (Selley, 1976). Alluvial terdiri dari dua tipe, yaitu tipe fluvial dan tipe endapan pantai. Fluvial merupakan endapan alluvial berada atau berhubungan dengan akitivitas sungai purba. Sedangkan, endapan pantai merupakan endapan alluvial yang terbentuk akibat proses gelombang pantai purba (Ichwan, 2017).

**Karakteristik Tailing atau Sisa Hasil Pengolahan (SHP) dan Konsentrat**

Bijih (ore) pada endapan yang telah dilakukan penambangan atau penggalian selanjutnya harus ditingkatkan konsentrasinya. Peningkatan konsentrasi bijih ini adalah dengan membuang mineral-mineral pengikutnya (Ichwan, 2017). Proses peningkatan konsentrasi bijih akan menghasilkan produk utama (ekonomis) yang dinamakan konsentrat dan produk sampingan yang dinamakan tailing atau Sisa Hasil Pengolahan (SHP).

**B.2. Analisis Grain Counting**

Grain counting adalah salah satu cara yang paling sederhana untuk menentukan kadar dalam mineral dengan menggunakan bantuan alat seperti milimeter blok berukuran tertentu dengan

adanya pemisahan mineral yang memiliki sifat visual dan fisik yang berbeda. Proses identifikasi butiran biasanya dilakukan dengan menggunakan mikroskop binokuler (Wills, 2006).

Analisis *grain counting* dilakukan dengan cara menghitung jumlah butir tiap jenis mineral yang ditebarkan pada area-area berbentuk bujur sangkar memiliki luas area yang sama (lima atau tiga kotak) dan tersusun secara diagonal. Metode yang umum digunakan adalah metode 5 kotak untuk butiran yang relatif kasar dan metode 3 kotak untuk butiran yang relatif halus seperti yang terlihat pada Gambar 2 (Wills, 2006). Adapun cara atau rumus untuk menghitung kadar hasil *grain counting* adalah sebagai berikut (Wills, 2006).

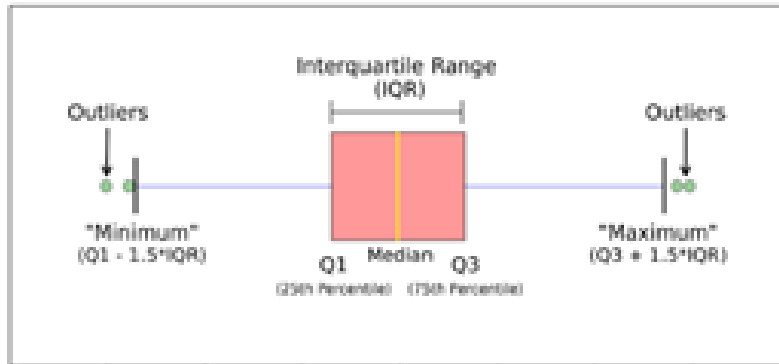
$$\text{Kadar Mineral } a \text{ (\%)} = \frac{Na \times SGa}{(Na \times SGa) + (Nb \times SGb) + \dots} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

- Na = jumlah butir mineral a
- SGa = *specific gravity* mineral a
- Nb = jumlah butir mineral b
- SGb = *specific gravity* mineral b

**B.3. Analisis Box Plot**

*Box plot* atau *box and whisker-plot* merupakan salah satu alat untuk menjelaskan karakteristik data. *Box plot* biasanya juga digunakan untuk mendeteksi adanya pencilan atau tidak, tapi sifatnya hanya sebagai deteksi awal. Penentuan pencilan berdasarkan konfigurasi antara interquartile dan jangkauan interquartile seperti Gambar 2.



Gambar 2. *Box Plot* (Walpole, Dkk. 2012)

**B.4. Korelasi Pearson (R)**

Korelasi sederhana atau korelasi pearson merupakan suatu teknik statistik yang dipergunakan untuk mengukur kekuatan hubungan 2 variabel dan juga untuk dapat mengetahui bentuk hubungan antara 2 variabel tersebut dengan hasil yang sifatnya kuantitatif (Usman, 2000). Koefisien Korelasi Sederhana disebut juga dengan koefisien korelasi pearson karena rumus perhitungan Koefisien korelasi sederhana ini dikemukakan oleh Karl Pearson yaitu seorang ahli Matematika yang berasal dari Inggris (Usman, 2000). Rumus yang dipergunakan untuk menghitung korelasi pearson terdapat pada persamaan berikut.

$$R = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{\sum X^2 - (\sum X)^2\} \{\sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \quad (2)$$

Keterangan :

- N : Banyaknya Pasangan data X dan Y

- $\Sigma X$  : Total Jumlah dari Variabel X
- $\Sigma Y$  : Total Jumlah dari Variabel Y
- $\Sigma X^2$  : Kuadrat dari Total Jumlah Variabel X
- $\Sigma Y^2$  : Kuadrat dari Total Jumlah Variabel Y
- $\Sigma XY$  : Hasil Perkalian dari Total Jumlah Variabel X dan Variabel Y

Sedangkan kategori nilai hasil korelasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Nilai Korelasi (Sarwono, 2006)

Jangkauan	Kategori
0	Tidak ada korelasi
0 - 0.25	Korelasi sangat lemah
0.25 - 0.5	Korelasi cukup
0.5 - 0.75	Korelasi kuat
0.75 - 0.99	Korelasi sangat kuat
1	Korelasi sempurna

### B.5. Rekapitulasi Data Penelitian PPBT

Data mineral-mineral pembawa REEs yang diterima dari PPBT-1, PPBT-2, Kabupaten Bangka Selatan, dan Kecamatan Badau merupakan hasil analisa *grain counting*. Kemudian, ditentukan kadar dari masing-masing mineral pada masing-masing fraksi dalam satu sampel. Setelah itu, dilakukan rekapitulasi data untuk kemudian diolah dengan metode-metode statistik sederhana.

Histogram mineral cassiterite untuk PPBT-1 dan PPBT-2 dilihat untuk mengetahui jumlah populasi yang ada. Jumlah kelas ditentukan dengan aturan sturges dengan mengacu pada mineral *cassiterite*, kemudian dihitung frekuensi data untuk setiap kelas. Sumbu Y menunjukkan frekuensi data, sedangkan sumbu X menunjukkan nilai kadar *cassiterite* dalam bentuk jangkauan kelompok data. Berdasarkan histogram untuk masing-masing PPBT, dapat dilihat bahwa pada PPBT-1 terdapat 4 populasi utama daripada mineral *cassiterite*. Sedangkan, pada PPBT-2 terdapat 2 populasi utama. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat 4 kelompok data untuk PPBT-1 dan 2 kelompok data pada PPBT-2. Penyebab pengelompokan ini dapat berasal dari jenis unit, kadar pada setiap fraksi butir, berat produksi per unit yang masuk, dsb.

*Expectational Condition Curve* merupakan modifikasi daripada histogram untuk menyajikan data dengan cara menghitung kadar rata-rata dari mineral pembawa REEs untuk setiap kelompok data daripada kadar *cassiterite*. Sumbu Y pada kurva menunjukkan kadar mineral pembawa REEs. Sedangkan, sumbu X pada kurva merepresentasikan nilai tengah daripada jangkauan kelompok data mineral *cassiterite*. Berdasarkan *expectational condition curve* yang ada, dapat dilihat bahwa pada PPBT-1 terdapat korelasi yang sangat kuat dan hubungan yang berbanding terbalik antara mineral pembawa REEs dan *cassiterite*. Namun, pada PPBT-2 pola korelasi sangat kuat dan berbanding terbalik berlaku hanya untuk mineral zircon.

Pencilan ditentukan untuk melihat nilai kadar yang ekstrim berada di luar whisker daripada *box plot* data yang dibuat. Berdasarkan *box plot* data PPBT-1 dan PPBT-2, hanya terdapat pencilan atas yang merupakan kadar dengan nilai yang ekstrim tinggi dibandingkan sampel lainnya. Berdasarkan *box plot*, data pencilan atas pada PPBT-1 tidak memperlihatkan pola khusus pada jenis unit yang masuk. Peneliti tidak dapat menganalisis lebih lanjut mengingat unit masuk secara random tanpa memperhatikan asal atau jenis sampel ke PPBT-1. Hal ini juga terjadi pada PPBT-2.

Nilai korelasi pearson digunakan untuk melihat hubungan antar mineral yang kemudian dicocokkan dengan tabel kategori nilai korelasi seperti pada Tabel 1. Berdasarkan hasil perhitungan

nilai korelasi parson pada PPBT-1 dan PPBT-2, yang tergolong korelasi sangat kuat adalah hubungan antara mineral *cassiterite* dengan mineral *ilmenite-rutile* yang memiliki hubungan berbanding terbalik (nilai korelasi negatif) pada kadar mineral secara total (non-fraksi). Sedangkan, pada masing-masing fraksi tidak terdapat korelasi antar mineral yang tergolong sangat kuat.

#### **B.6. Rekapitulasi Data Penelitian Bangka Selatan dan Badau**

Berdasarkan box plot, data pencilan atas pada Kabupaten Bangka Selatan didominasi oleh sampel jenis konsentrat. Hal ini wajar terjadi mengingat sampel konsentrat adalah sampel yang sudah terkayakan yang diakibatkan oleh proses klasifikasi berdasarkan berat jenis lewat meja goyang. Hal yang sama terjadi untuk sampel di Kecamatan Badau berupa dominasi pencilan atas yang berasal dari sampel konsentrat, kecuali untuk mineral *zircon* yang memiliki pencilan atas yang berasal dari sampel aluvial dan *tailing*.

Berdasarkan perhitungan nilai korelasi pearson, sampel di Kabupaten Bangka Selatan memiliki nilai korelasi pearson dengan pola korelasi sangat kuat terjadi pada fraksi mesh -100 untuk sampel primer dan pada fraksi *mesh* -48 +65 untuk sampel alluvial, serta tidak adanya pola khusus untuk sampel jenis *tailing* dan konsentrat. Sedangkan, untuk sampel di Kecamatan Badau, pola korelasi sangat kuat terjadi pada fraksi *mesh* -65 +100 untuk jenis sampel aluvial, konsentrat, dan *tailing*, serta pada fraksi *mesh* -100 untuk jenis sampel konsentrat.

Dominasi mineral per fraksi pada setiap daerah dianalisis guna mengetahui mineral yang paling melimpah pada setiap fraksi dan spesifik untuk setiap daerah. Langkah utamanya adalah dengan menentukan nilai rata-rata atau mean daripada setiap mineral per fraksi pada setiap daerah. Kemudian, diurutkan dari mineral dengan kadar tertinggi hingga terendah.

Berdasarkan penentuan dominasi mineral per fraksi pada setiap daerah di Kabupaten Bangka Selatan, mineral *zircon* mendominasi pada fraksi *mesh* -100 di 12 kelompok jenis sampel per daerah, serta ada 7 kelompok jenis sampel per daerah yang memiliki pola dominasi yang sama; namun, sampel *tailing* di beberapa daerah masih didominasi oleh *cassiterite* yang menandakan bahwa proses konsentrasi belum terjadi dengan baik. Selain itu, untuk di Kecamatan Badau, mineral pembawa REEs mendominasi pada fraksi dengan ukuran butir lebih kecil daripada fraksi *mesh* +48 untuk jenis sampel aluvial dan konsentrat, serta lebih kecil dari fraksi *mesh* -48 +65 untuk jenis sampel *tailing*.

#### **B.7. Diskusi**

Dominasi mineral pembawa REEs di Kecamatan Badau dan Kabupaten Bangka Selatan memiliki ciri khusus untuk setiap daerahnya. Namun, berdasarkan pembahasan sebelumnya, kecenderungan yang terjadi adalah mineral *cassiterite* mendominasi pada fraksi *mesh* +48 dan mineral pembawa REEs mendominasi pada fraksi ukuran butir yang lebih kecil. Untuk Kecamatan Badau, mineral pembawa REEs umumnya mendominasi dan berkorelasi sangat kuat antar mineralnya pada fraksi *mesh* -65 +100.

Sedangkan, untuk daerah-daerah di Kabupaten Bangka Belitung mineral pembawa REEs umumnya mendominasi dan berkorelasi sangat kuat antar mineralnya pada fraksi *mesh* -100. Sehingga, dalam sampling dan proses penanganan sampel hasil eksplorasi harus memperhatikan ukuran butir yang lebih kecil daripada fraksi *mesh* +48.

### **C. KESIMPULAN**

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini antara lain:

1. Distribusi mineral pembawa REEs di PPBT-1 sesuai dengan data dicirikan dengan terdapatnya empat populasi utama mineral *cassiterite*; terdapatnya pencilan atas untuk mineral *zircon* dan *monazite-xenotime*; hubungan yang berbanding terbalik antara *cassiterite* dengan mineral

pembawa REEs; serta kuatnya korelasi antara mineral *cassiterite* dengan mineral *ilmenite-rutile* dengan hubungan yang berbanding terbalik.

2. Distribusi mineral pembawa REEs di PPBT-2 sesuai dengan data dicirikan dengan terdapatnya dua populasi utama mineral *cassiterite*, terdapatnya pencilan atas untuk mineral *zircon* dan *monazite-xenotime*; tidak terdapat kecendrungan antara mineral *cassiterite* dengan mineral pembawa REEs secara umum kecuali dengan mineral *zircon* yang berkorelasi secara berbanding terbalik dan logaritmik; serta kuatnya korelasi antara mineral *cassiterite* dengan mineral *ilmenite-rutile* dengan hubungan yang berbanding terbalik.
3. Distribusi mineral pembawa REEs di Kabupaten Bangka Selatan dengan memiliki pencilan atas untuk mineral *ilmenite-rutile* dan *monazite-xenotime* yang didominasi oleh sampel konsentrat; memiliki nilai korelasi Pearson dengan pola korelasi sangat kuat terjadi pada fraksi *mesh* -100 untuk sampel primer dan pada fraksi *mesh*-48 +65 untuk sampel alluvial, serta tidak adanya pola khusus untuk sampel jenis *tailing* dan konsentrat; mineral *zircon* mendominasi pada fraksi *mesh* -100 di 12 kelompok jenis sampel per daerah, serta ada 7 kelompok jenis sampel per daerah yang memiliki pola dominasi yang sama; namun, sampel *tailing* di beberapa daerah masih didominasi oleh *cassiterite* yang menandakan bahwa proses konsentrasi belum terjadi dengan baik.
4. Distribusi mineral pembawa REEs di Kecamatan Badau dicirikan dengan memiliki dominasi pencilan atas dari semua mineral pembawa REEs oleh sampel konsentrat (KN), kecuali *zircon* pada aluvial dan *tailing*; pola korelasi sangat kuat terjadi pada fraksi *mesh* -65 +100 untuk jenis sampel aluvial, konsentrat, dan *tailing*, serta pada fraksi *mesh* -100 untuk jenis sampel konsentrat; selain itu, mineral pembawa REEs mendominasi pada fraksi dengan ukuran butir lebih kecil daripada fraksi *mesh* +48 untuk jenis sampel aluvial dan konsentrat; serta lebih kecil dari fraksi *mesh* -48 +65 untuk jenis sampel *tailing*.
5. Hal yang harus diperhatikan dan dipertimbangkan dalam penyusunan SOP penanganan hasil sampling eksplorasi adalah bahwa mineral *cassiterite* umumnya dominan pada fraksi *mesh* +48, sedangkan mineral pembawa REEs umumnya mendominasi pada fraksi dengan ukuran butir yang lebih kecil daripada mineral *cassiterite*.
6. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat dilihat dan dipikirkan untuk diskusi lebih lanjut bahwa :
  - a. Dalam proses input data hasil grain counting, sebaiknya dipastikan format data benar-benar sama dan dibuat program khusus agar tidak ada data yang tidak terisi atau *missed*.
  - b. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai multipopulation pada mineral *cassiterite* yang terjadi di PPBT.
  - c. Sebaiknya PT Timah Tbk mencantumkan sumber daripada unit yang masuk ke PPBT agar dapat menjadi pertimbangan untuk penentuan penyebab terjadinya multipopulation pada mineral *cassiterite*.
  - d. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mempertimbangkan aspek spasial dengan data yang memadai untuk setiap daerah penelitian.
  - e. Sebaiknya dilakukan analisis yang mendalam dengan mempertimbangkan aspek geologi yang lebih rinci.

## DAFTAR PUSTAKA

- Best, M. G. (2003). *Igneous and Metamorphic Petrology*. UK: Blackwell Publishing.
- Contreras, C.M. Jaime Gazquez, dan Boliviari JP. 2017. *Isolation and Characterization of the Mineral Phases in Ilmenite Ore: Optimization of the TiO<sub>2</sub> Pigment Process*. Spain:



- Department of Applied Physics, Faculty of Experimental Sciences, University of Huelva, Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR), Huelva .
- Evans, A. M. (1987). *Ore Geology and Industrial Minerals: An Introduction*. UK: Blackwell.
- Gill, R. (2010). *Igneous Rocks and Processes: A Practical Guide*. UK: Blackwell.
- Howitt, Dennis dan Duncan Cramer 2008. *Statistics in Psychology*. Amerika : Prentice Hall.
- Lehmann, B., & Harmanto. (1990). Large-Scale Tin Depletion in the Tanjungpandan Tin Granite, Belitung Island, Indonesia. *Economic Geology* Vol. 83, 99-111.
- Lubis, I.A. 2017. *Teknik Penambangan Aluvial Timah*. Bangka : PT.Timah Tbk
- Marc Humphries. 2013. *Rare Earth Elements: The Global Supply Chain*, Congressional Research Service.
- Martono, Nanang (2010). *Statistik Sosial Teori dan Aplikasi Program SPSS*. Yogyakarta: Gava Media.
- Pearce, J. (1996). Sources and Setting of Granitic Rocks. *Episodes*, Vol. 19/4, 120-125.
- Purwanto, S.K. (2012). *Statistika untuk Ekonomi dan Keuangan Modern*. Jakarta: Salemba Empat.
- Usman, H. dan R. Purnomo Setiady Akbar. 2000. *Pengantar Statistika*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Raymond, L. A. (2002). *The Study of Igneous, Sedimentary, and Metamorphic Rocks*. New York: McGraw-Hill.
- Sabtanto J. Suprpto. 2009. Tinjauan tentang Unsur Tanah Jarang. Bandung : Buletin Sumberdaya Geologi, Vol. 4 No. 1, Pusat Sumber Daya Geologi.
- Sainsbury, C. L. (1969). Tin Resources of the World. *Geological Survey Bulletin* 1301, 23-26.
- Sarwono, J. 2006. *Korelasi*. Bandung : Universitas Wanita Internasional
- Selley, R. C. (1976). *An Introduction to Sedimentology*. London: Academic Press.
- Smirnov. 1976. *Geology of Mineral Deposit*. Moscow : Mir Publishers.
- Szamalek, Krzysztof. Gustaw Konopka, Karol Zglinicki, dan Beata Marciniak. 2013. *New Potential Source of Rare Earth Element*. Polandia : Versita.
- Walpole, RE. Raymond H Meyers, Sharon L Meyers, dan Keying Y. 2012. *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, 9th edition. Amerika : Prentice Hall.
- Website resmi National Geographic Map : <https://www.natgeomaps.com/wall-maps> (diakses pada 18 mei 2019 pada pukul 18.45 WIB).
- Website resmi PT Timah Tbk : <http://www.timah.com/v3/ina/tentang-kami-sekilas-pt-timah/> (diakses pada 7 Mei 2019 pada pukul 15.00 WIB).
- Wills, BA dan Tim Napier-Munn. 2006. *Mineral Processing Technology An Introduction To Practical Aspect of Ore Treatment and Mineral Recovery*. John Wiley and Sons Inc : Canada.
- Yahya, Andy. 2015. *Analisis Mineral Butir, Derajat Liberasi, Tekstur Mineral dan Kadar Mineral*. Bandung : <http://www.andyyahya.com/2013/07/analisis-mineral-butir-derajat-liberasi.html> (diakses pada 7 mei 2019 pada pukul 17.32 WIB).

