

PENGAYAAN TIMAH (Sn) DAN UNSUR TANAH JARANG (Ce, La, dan Y) ENDAPAN PLASER DI BADAU, KABUPATEN BELITUNG

SALMAN DEWANTO¹, YAN RIZAL¹, RYAN AJI FRANS JAYA²

¹Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Institut Teknologi Bandung, Jln. Ganesha No. 10, Bandung, Jawa Barat, Indonesia, Email: salmandewanto@students.itb.ac.id.

²PT Timah Tbk, Jln. Jenderal Sudirman 51, Pangkal Pinang, Kepulauan Bangka Belitung, Indonesia.

Sari - Penelitian dilakukan di dalam wilayah Kecamatan Badau, Kabupaten Belitung, Kepulauan Bangka Belitung, dengan tujuan untuk mengetahui daerah sebaran dan pengayaan timah dan unsur tanah jarang pada endapan plaser. Metode yang dilakukan pada penelitian ini antara lain pemetaan geologi, penyontohan batuan, dan penyontohan endapan plaser. Kandungan mineral pada conto endapan plaser diidentifikasi menggunakan metoda *Grain Counting Analysis* (GCA). Analisis geokimia conto dilakukan dengan menggunakan metoda *X-Ray Fluorescence (XRF) portable* untuk menentukan kandungan unsur Sn, Ce, La, dan Y. Untuk mendapatkan nilai anomali kandungan unsur dilakukan analisis univariat. Hasil analisis univariat kemudian dihubungkan dengan kondisi geologi daerah penelitian sehingga dapat ditentukan daerah pengayaan timah dan unsur tanah jarang dominan di bagian tengah daerah penelitian berupa endapan alluvial purba. Kandungan unsur Sn memiliki nilai kandungan dengan rentang yang sangat jauh 9,67 ppm – 82652 ppm, unsur Ce memiliki nilai kandungan dengan rentang 113,33 ppm – 3570 ppm, unsur La memiliki nilai kandungan dengan rentang 72,67 ppm – 1404,33 ppm, dan unsur Y memiliki nilai kandungan dengan rentang 6 ppm – 784,67 ppm.

Kata kunci: Endapan plaser, timah, unsur tanah jarang, sebaran, daerah pengayaan

Abstract - The research location is located at Badau District, Belitung Regency, Bangka Belitung Islands. This research aims to map the distribution and enrichment area of tin and rare earth elements in placer deposits. In addition, this research also aims to recommend further exploration areas. The methods conducted in this research were geological mapping, rock sampling, and placer sediment sampling.

Analysis of placer sediment samples was carried out on three-grain size fractions, the +48-mesh fraction (297 – 354 μm), the +100-mesh fraction (149 μm), and the -100-mesh fraction (<149 μm). Mineral content in placer sediment samples can be identified from the results of Grain Counting Analysis (GCA). The results of this analysis indicate cassiterite as a mineral with an angular-subangular grain appearance that contains the Sn element. The geochemical data analyzed in this research were the content value of Sn, Ce, La, and Y elements from placer sediment samples. The element content data was obtained from X-Ray Fluorescence (XRF) which was then performed a univariate analysis with the aim of determining the anomaly value of the element. The results of the univariate analysis are then related to the geological conditions of the study area so that tin and rare earth elements enrichment areas can be determined in the middle of the research area as ancient alluvial.

In the research area, Sn element has a content value in the range from 9.67 ppm to 82652 ppm; Ce element has a content value in the range from 113.33 ppm to 3570 ppm; La element has a content value in the range from 72.67 ppm to 1404.33 ppm; Y element has a content value in the range from 6 ppm to 784.67 ppm.

Keywords: Placer deposit, tin, rare earth elements, distribution, enrichment area

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di dunia mengakibatkan meningkatnya kebutuhan akan barang elektronik. Dengan adanya peningkatan kebutuhan akan barang elektronik, permintaan timah sebagai komponen dasar barang elektronik juga akan meningkat. Kehadiran timah tidak semata-

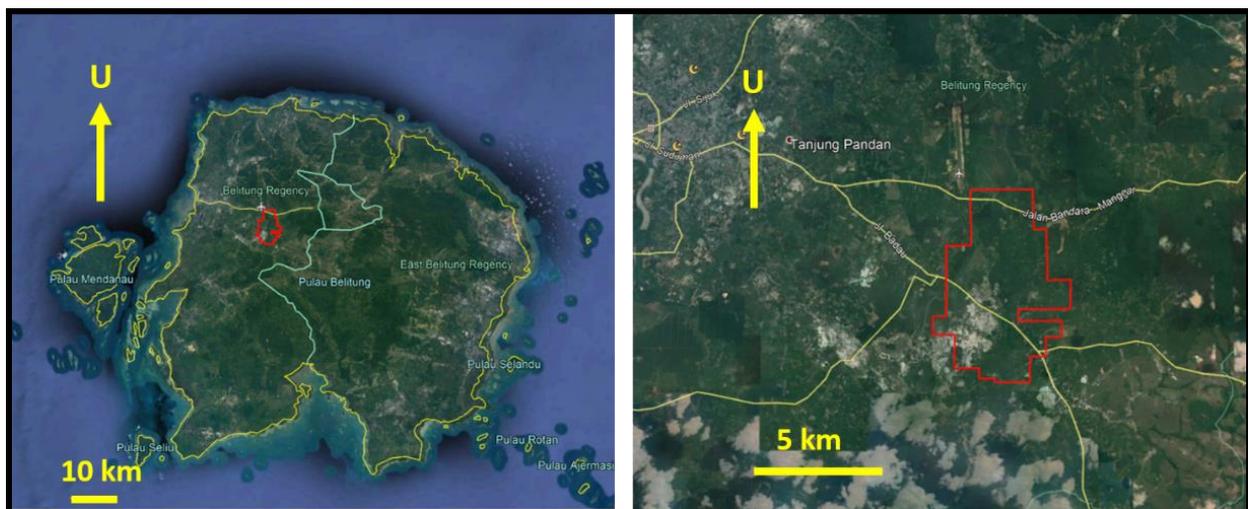
mata tersebar, melainkan ada faktor geologi yang menyebabkan timah terakumulasi di suatu tempat. Sabuk Timah Asia Tenggara merupakan penghasil timah paling produktif di dunia (Schwartz dkk., 1995). Jalur Sabuk Timah Asia Tenggara telah menghasilkan lebih dari setengah logam timah dunia yang digunakan sejak tahun 1800 (Ng dkk., 2017).

Jalur Sabuk Timah Asia Tenggara melewati beberapa negara mulai dari Cina Selatan, Burma, Thailand, Malaysia, dan berlanjut di Indonesia khususnya di Pulau Belitung. Berdasarkan hal tersebut, Indonesia memiliki potensi yang cukup besar untuk memenuhi kebutuhan timah. Keterdapatannya terbagi menjadi dua, timah primer dan timah sekunder. Timah sekunder lebih dominan dibandingkan dengan timah primer di Pulau Belitung.

Keberadaan timah di Pulau Belitung berasosiasi dengan unsur tanah jarang karena kehadiran unsur tanah jarang di Indonesia berindikasi pada daerah dengan intrusi granitoid, aluvial, dan plaser (Virhdian dan Afrilinda, 2014). Unsur tanah jarang sangat berguna untuk menjadi material utama dalam industri modern. Unsur tanah jarang juga berperan dalam perkembangan kualitas produksi material industri. Potensi timah dan

unsur tanah jarang di suatu daerah dapat menunjukkan perbedaan atau pun kesamaan dengan daerah lain. Hal ini dikontrol oleh keadaan geologi yang ada. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian dengan judul “Potensi Pengayaan Timah dan Unsur Tanah Jarang pada Endapan Plaser di Badau, Kabupaten Belitung” dengan tujuan untuk menentukan daerah potensi pengayaan timah dan unsur tanah jarang di daerah penelitian.

Lokasi penelitian berada di area tambang timah dan daerah aliran sungai daerah Badau sekitar bagian barat Pulau Belitung. Daerah aliran sungai ini sebagian besarnya merupakan hutan. Daerah penelitian memiliki rentang elevasi dari 12,5-meter hingga 125 meter. Secara administratif, lokasi penelitian berada di Kecamatan Badau, Kabupaten Belitung, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung (**Gambar 1**).



Gambar 1. Lokasi Daerah Penelitian (ditandai garis merah), terletak di Pulau Belitung (kiri), Kabupaten Belitung, diambil dari google.maps.com pada 17 Januari 2020.

1.1 Geologi Regional

Pulau Belitung berada di bagian barat Indonesia, lebih tepatnya di sebelah timur Pulau Sumatera. Pulau Belitung berada pada *Granite Tin Belt* (**Gambar 2**) atau dikenal dengan Jalur Timah Asia Tenggara yang berkaitan dengan daerah akumulasi timah yang cukup besar.

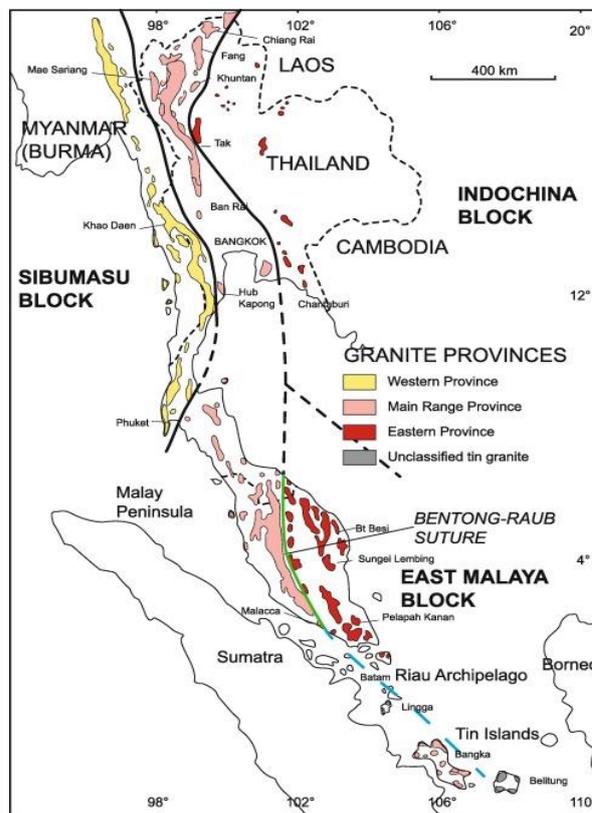
Jalur Timah Asia Tenggara terbagi menjadi tiga provinsi, *western province*, *main range province*, dan *eastern province* (Gobbett dan Hutchison, 1973; Schwartz dkk., 1995; Hutchison dan Tan, 2009; dalam Ng dkk., 2017). Baharuddin dan Sidarto (1995) menemukan satuan batuan di Pulau Belitung yang merupakan granit tipe “I” dan tipe “S” berdasarkan Pitfield (1987). Sebagai salah satu pulau yang kaya akan mineral timah,

Pulau Belitung terdiri dari granit tipe “I” yang tidak mengandung timah dengan umur Trias – Kapur dan granit tipe “S” yang mengandung timah dengan umur Trias (Cobbing dkk., 1986).

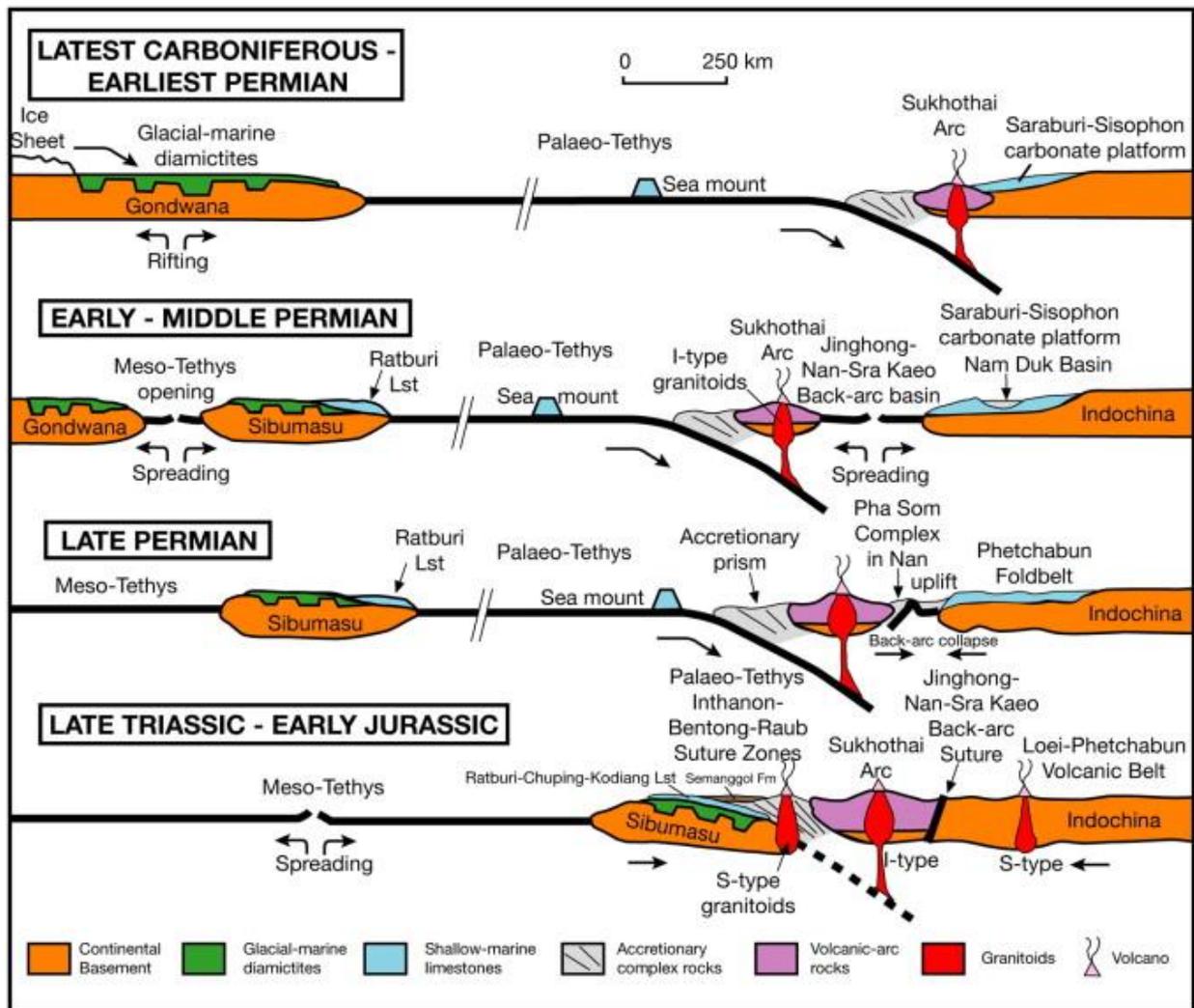
Secara tektonik, Pulau Belitung terbentuk bersamaan dengan Blok Sibumasu dan Blok Indocina. Aktivitas vulkanik yang terjadi pada umur Karbon-Kapur Akhir telah berkontribusi besar terhadap evolusi tektonik Pulau Sumatra Pra-Tersier. Rekonstruksi dari evolusi tektonik Pulau Belitung (**Gambar 3**) yang dibuat oleh Metcalfe (2011) menunjukkan bahwa pada Karbon Akhir-Perm Awal, Blok Sibumasu dan Blok Indocina masih terpisah. Namun, Subduksi pada kerak samudera *Paleo-Tethys* telah berlangsung. Subduksi inilah yang membawa Sibumasu dari Gondwana.

Pada Paleozoikum Akhir-Mesozoikum Awal, subduksi kerak samudera *Paleo-Tethys* dan kolisi Sibumasu-Indochina menghasilkan magmatisme aktif (Metcalfe, 2000; dalam Sevastjanova dkk., 2011). Hasil dari magmatisme ini adalah granitoid Perm dan Trias dari dua provinsi, Provinsi Granitoid Tengah dan Provinsi Granitoid Timur (Sevastjanova dkk., 2011). Kolisi antara kontinen Sibumasu dengan Blok Malaya Timur (Blok Indochina) memiliki batas berupa sutura yang dikenal sebagai Zona Bentong-Raub yang memanjang dari Semenanjung Malaysia hingga Indonesia (Cobbing dkk., 1986). Granitoid Perm dan Trias dari Provinsi Granitoid Timur dengan karakter tipe “I” dan sedikit tipe “S” diduga terkait dengan subduksi, dihasilkan dalam busur vulkanik yang terbentuk di Blok Malaya

Timur (Blok Indochina) (Metcalfe, 2000; dalam Sevastjanova dkk., 2011). Granitoid tipe “S” Trias yang mengintrusi ke dalam Blok Sibumasu ditafsirkan sebagai *syn-* dan *post-collisional* (Hutchison, 1977; Metcalfe, 2000; dalam Sevastjanova dkk., 2011).

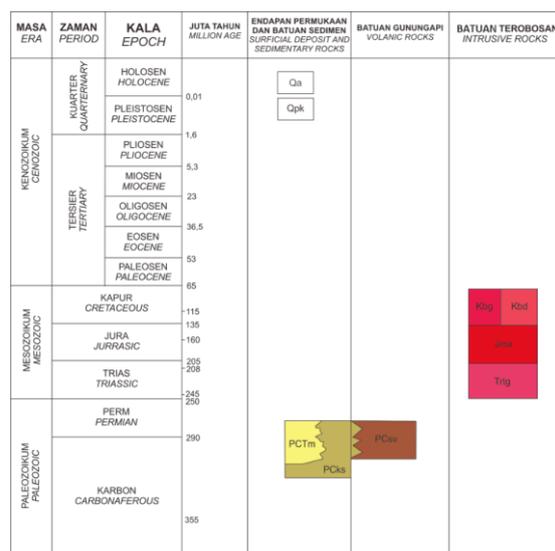


Gambar 2. Jalur Timah Asia Tenggara. Garis hijau merepresentasikan garis Bentong-Raub yang merupakan sutura *Paleo-Tethys* pada Semenanjung Malaysia. Garis berwarna biru putus-putus merepresentasikan sutura *Paleo-Tethys* pada Perairan Indonesia (Cobbing dkk., 1986; dalam Ng dkk., 2017).



Gambar 3. Model evolusi tektonik untuk subduksi *Paleo-Tethys* dan Sibumasu-Malaya Timor pada zaman Permian-Trias (Ueno dan Hisada, 1999; Sone dan Metcalfe, 2008; dalam Metcalfe, 2011).

Satuan batuan Pulau Belitung (**Gambar 4**) tersusun oleh: Formasi Kelapakampit (PCks), Formasi Tajam (PCTm), Formasi Siantu (PCsv), Granit Tanjungpandan (Trtg), Adamelit Baginda (Jma), Granodiorit Burungmandi (Kbg), Diorit Kuarsa Batubesi (Kbd), Endapan Aluvial dan Pantai (Qa), dan Pasir Berkarbon (Qpk). Uraian korelasi satuan batuan Pulau Belitung (Baharuddin dan Sidarto, 1995), yaitu:

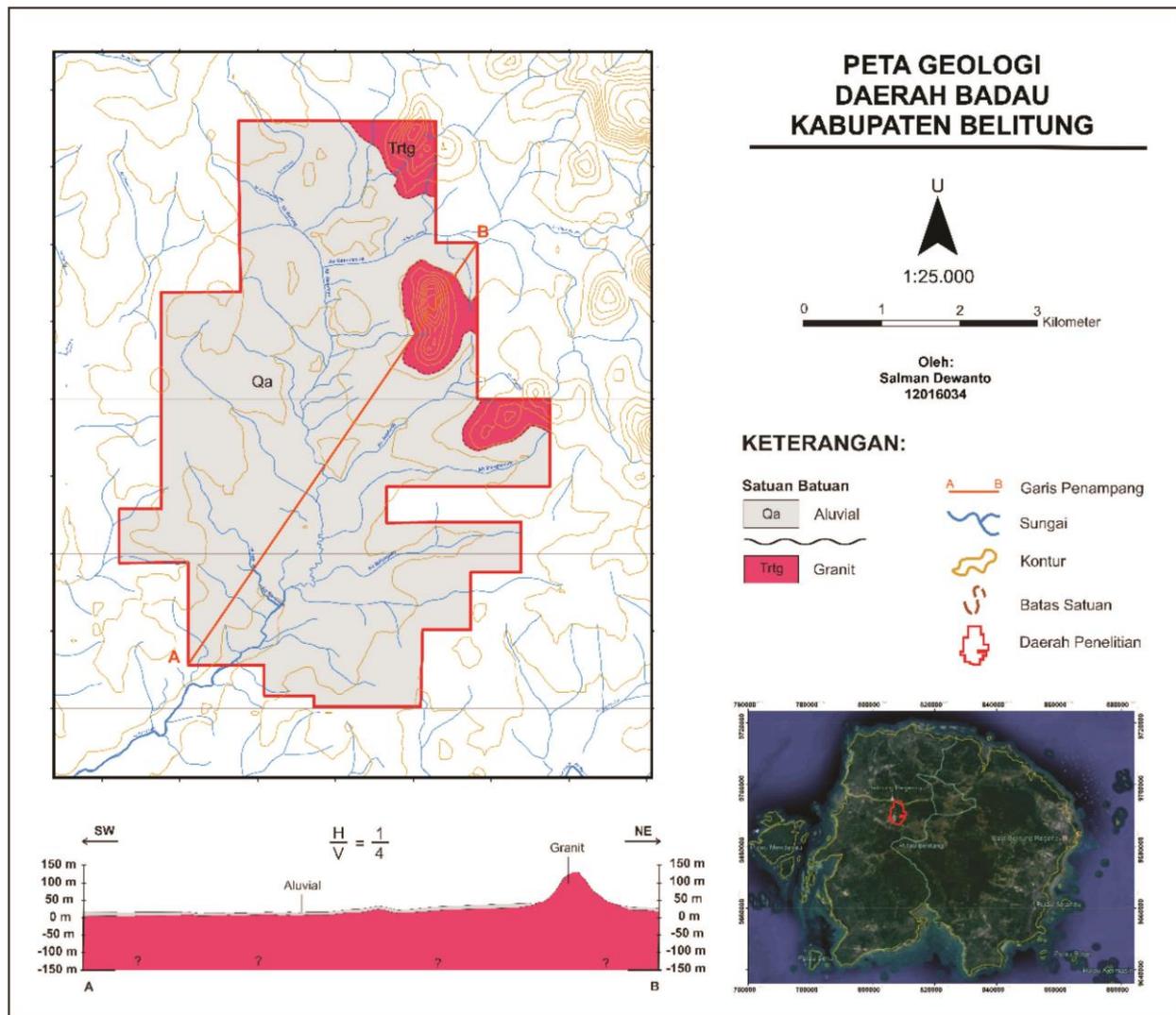


Gambar 4. Korelasi Satuan Batuan Pulau Belitung (Baharuddin dan Sidarto, 1995).

Endapan plaser yang banyak mengandung kasiterit di pulau Bangka dan Belitung termasuk kedalam satuan endapan alluvial dan endapan pantai.

Daerah penelitian termasuk ke dalam Granit Tanjungpandan. Satuan batuan yang terdapat didalam daerah penelitian berupa satuan endapan aluvial dan batuan Granit Tanjungpandan, dengan penyebaran seperti terlihat pada **Gambar 5**.

1.2 Geologi Daerah Penelitian



Gambar 5. Peta Geologi Daerah Badau, Kabupaten Belitung.

Secara umum pulau Belitung disusun oleh batuan granit tipe “I” dan tipe “S” (Baharuddin dan Sidarto, 1995) dan Pitfield (1987). Pitfield (1987) dalam Baharuddin dan Sidarto (1995) menyatakan bahwa Formasi Granit Tanjungpandan merupakan granit tipe “S”, sedangkan Adamelit Baginda dan Granodiorit Burungmandi merupakan granit tipe “I”. Granit tipe “S” tersebar di Pulau Belitung bagian barat laut. Granit tipe “I” tersebar di Pulau Belitung bagian selatan dan timur. Dalam peta geologi diatas satuan

aluvial merupakan satuan yang paling muda, menutupi secara tidak selaras satuan granit dibawahnya.

Secara stratigrafi Endapan aluvial dikelompokkan atas 2 kelompok yaitu endapan aluvial purba dan endapan aluvial sungai aktif.

1.3 METODE PENELITIAN

Analisis Petrologi

Analisis ini dilakukan untuk mengidentifikasi mineralogi dan tekstur yang dimiliki oleh batuan, serta menentukan nama batuan.

Analisis X-Ray Fluorescence

Analisis ini dilakukan menggunakan XRF *Portable* dan bertujuan untuk mengidentifikasi unsur-unsur yang terkandung dalam batuan atau pun endapan plaser dengan titik berat pada timah (Sn) dan unsur tanah jarang (Ce, La, Y) dalam satuan ppm.

Analisis Grain Counting

Analisis ini dilakukan untuk mengidentifikasi kuantitas mineral yang terdapat dalam sampel yang dilakukan di laboratorium Divisi Eksplorasi PT Timah (Persero) Tbk dengan menggunakan mikroskop binokular.

1.4 Penentuan Daerah Potensi Pengayaan

Nilai kadar unsur dari setiap sampel akan menjadi acuan utama dalam penentuan daerah pengayaan. Anomali kadar yang tinggi menjadi sasaran dalam penentuan daerah tersebut. Pada setiap unsur, dilakukan analisis univariat yang bertujuan untuk mencari nilai anomali kadar. Analisis univariat tidak mempertimbangkan hubungan suatu unsur dengan unsur lainnya.

Daerah anomali atau pengayaan akan ditampilkan dengan peta anomali yang didapatkan dari hasil *kriging*. *Kriging* adalah istilah umum untuk serangkaian metode kuadrat-terkecil dalam menyajikan prediksi linier yang terbaik dan tidak bias dalam varian minimum (Oliver dan Webster, 2014). *Kriging* dilakukan setelah normalisasi data dan pembuatan model semivariogram. Semivariogram adalah ukuran dari variansi yang digunakan untuk menentukan jarak dimana data sudah tidak saling berkorelasi. Dengan estimasi pembuatan model semivariogram yang tepat, interpolasi dalam *kriging* akan menampilkan peta iso kadar yang representatif (Oliver dan Webster, 2014).

Sinclair (1974) menyatakan bahwa batas harga ambang adalah istilah yang digunakan di seluruh industri eksplorasi mineral untuk menandai nilai spesifik secara efektif dengan memisahkan nilai data tinggi dan rendah dari karakter yang berbeda. Pemisahan nilai data ini mencerminkan penyebab yang berbeda-beda. Batas harga ambang dalam data geokimia dapat ditentukan dengan metode simpangan baku.

Metode simpangan baku adalah salah satu metode yang dapat digunakan dalam menentukan harga ambang. Metode ini dapat digunakan jika populasi data terdistribusi secara normal atau nilai rata-rata yang lebih besar dari nilai simpangan baku. Dalam penentuan harga ambang, metode ini melibatkan perhitungan rata-rata dan standar deviasi dari kumpulan data yang ada (Webb dan Hawkes, 1962; Lepeltier, 1969; dalam Sinclair, 1974).

$$\text{Harga Ambang} = \bar{x} + (2 \times SD)$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Keterangan:

SD = Standar Deviasi

\bar{x} = rata-rata populasi

x_i = data ke- i

n = jumlah data

1.5 Penentuan Asosiasi Unsur

Analisis multivariat merupakan metode yang mengolah data dari beberapa unsur untuk menentukan hubungan antar unsur-unsur tersebut. Analisis ini dilakukan pada timah dan unsur tanah jarang untuk dilihat tingkat kekerabatan antar unsurnya. Tingkat kekerabatan atau asosiasi dari unsur-unsur yang dianalisis dapat dilihat dengan metode koefisien Pearson (Ghazali dkk., 1986). Nilai koefisien Pearson memiliki rentang nilai dari -1 (korelasi negatif) hingga +1 (korelasi positif). Nilai korelasi yang positif menunjukkan peningkatan nilai suatu unsur yang diikuti oleh peningkatan nilai unsur lain, begitu pun sebaliknya. Nilai koefisien dengan

rentang nilai dari 0,5 sampai dengan 0,7 dikategorikan sebagai asosiasi sedang, sedangkan nilai koefisien lebih dari 0,7 dikategorikan sebagai asosiasi kuat (Swan dan Sandilands, 1995).

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Keterangan:

r_{xy} = koefisien Pearson

x_i dan y_i = unsur yang dikorelasikan

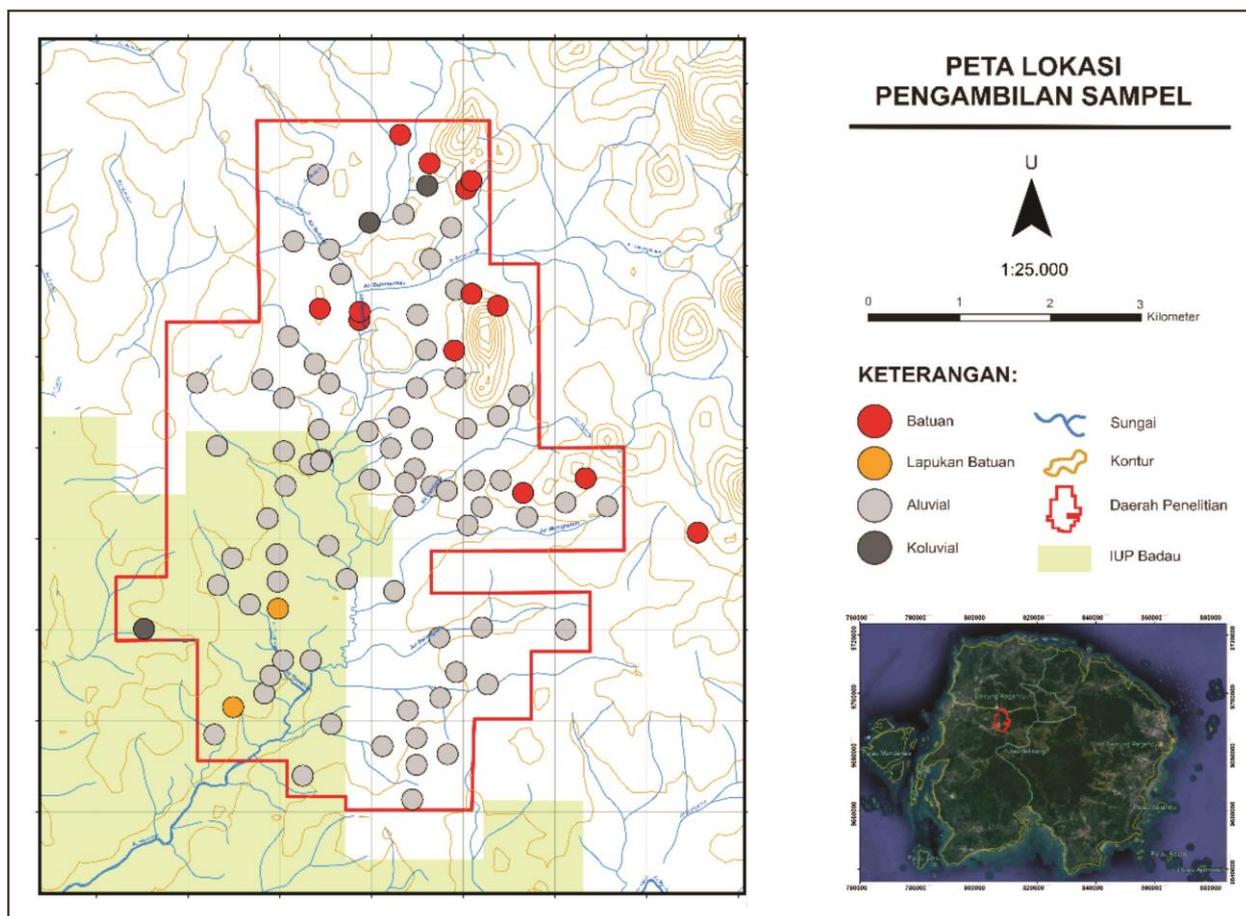
\bar{x} dan \bar{y} = rata-rata

2. DATA

Lokasi penelitian berada di daerah aliran sungai sekitar Badau, Kabupaten Belitung. Daerah penelitian memiliki tutupan lahan berupa hutan dan bukaan tambang. Pengambilan sampel dilakukan di daerah yang termasuk ke dalam Granit Tanjungpandan dan

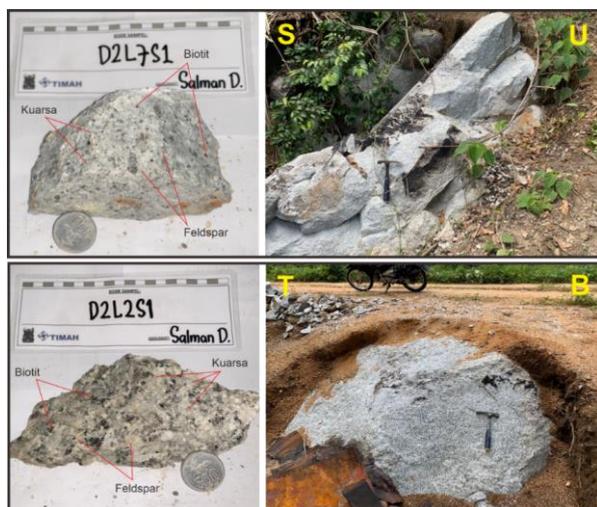
lokasinya ditentukan dengan menggunakan citra DEM dan Peta Topografi Pulau Belitung bagian barat. Penentuan lokasi pengambilan sampel memperkirakan akses yang memungkinkan dan aman untuk dilewati. Sampel diambil dari 92 lokasi di daerah penelitian (**Gambar 6**) dengan rincian sebagai berikut batuan berjumlah 13 sampel, lapukan batuan berjumlah 2 sampel, dan endapan plaser berjumlah 77 sampel.

Pengambilan sampel batuan dan lapukan batuan dilakukan dengan metode *chip sampling*, sedangkan pengambilan sampel endapan plaser dilakukan dengan metode *bulk sampling*. Seluruh sampel batuan dan endapan plaser ini dilakukan analisis *X-Ray Fluorescence (XRF) portable*, sedangkan *Grain Counting Analysis (GCA)* hanya dilakukan pada sampel endapan plaser.

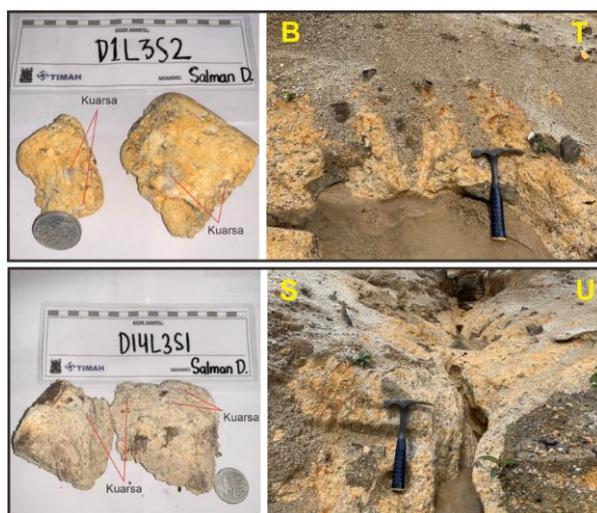


Gambar 6. Peta lokasi pengambilan sampel batuan, lapukan batuan, dan endapan plaser di Badau, Kabupaten Belitung, Pulau Belitung bagian barat.

Berdasarkan analisis makroskopis sampel batuan terlihat kondisi segar berwarna abu-abu, bertekstur fanerik, alotriomorfik – panidiomorfik, dengan komposisi kuarsa, feldspar dan biotit, anhedral-euhedral. Berdasarkan Le Maitre (2002), keseluruhan sampel batuan merupakan granit (**Gambar 7**). Singkapan lapukan batuan yang ditemukan di daerah penelitian berwarna kuning keputihan, memiliki komposisi kuarsa dan hasil lapukan berupa lempung. Kuarsa memiliki bentuk butiran yang menyudut. Dari kenampakan dan komposisi mineral yang ada, lapukan batuan ini merupakan lapukan granit (**Gambar 8**).

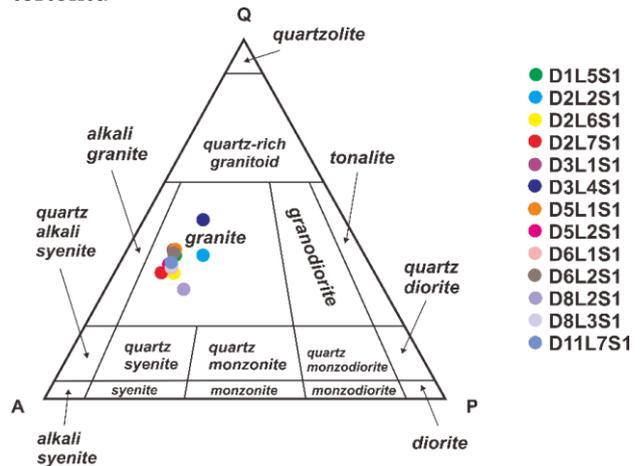


Gambar 7. Singkapan (kanan) dan sampel (kiri) batuan granit daerah penelitian dengan kondisi sampel segar.



Gambar 8. Singkapan (kanan) dan sampel (kiri) lapukan batuan granit daerah penelitian berwarna kuning keputihan.

Berdasarkan dari analisis sayatan tipis seluruh sampel batuan yang diplot dalam diagram segitiga QAP oleh Le Maitre (2002) menunjukkan bahwa batuan penyusun daerah penelitian berupa Granit (**Gambar 9**), tekstur fanerik dengan komposisi kuarsa (15 – 35 %), alkali feldspar (25 – 45 %), plagioklas (10 – 15 %), biotit (0 – 10 %), turmalin (0 – 15 %), dan mineral opak (5 – 10 %). Terdapat mineral lempung dan apatit pada sayatan tertentu



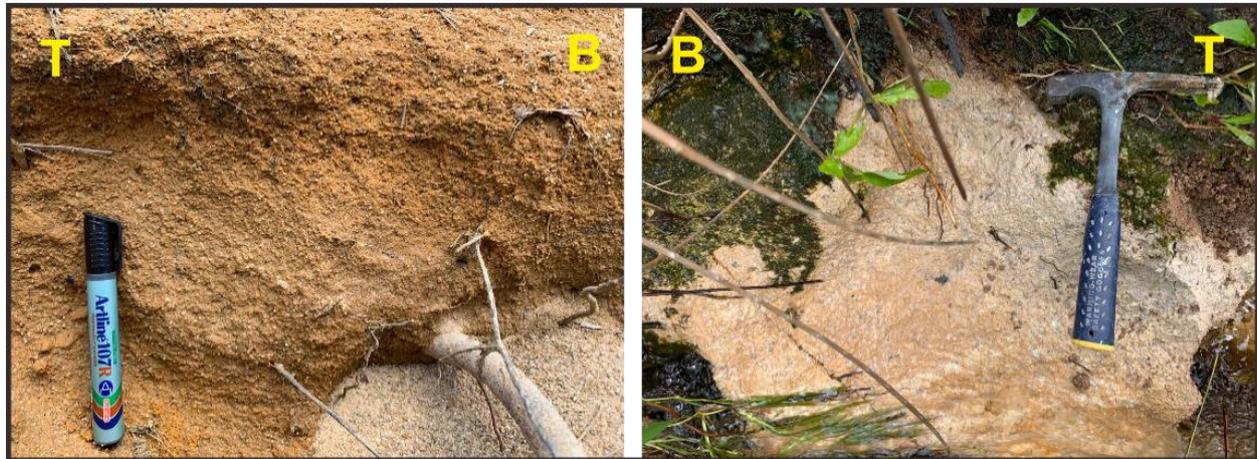
Gambar 9. Diagram QAP untuk klasifikasi batuan dasar di daerah penelitian. Q = kuarsa, A = alkali feldspar, P = plagioklas, D1L5S1 = kode sampel. Klasifikasi berdasarkan Le Maitre (2002).

Pengamatan pada sayatan tipis menunjukkan kehadiran biotit dan ketidakhadiran hornblend. Menurut Ko (1986) batuan granit dengan kondisi tersebut termasuk granit tipe “S”. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Pitfield (1987) dalam Baharuddin dan Sidarto (1995) bahwa granit ini merupakan Granit Tanjungpandan yang termasuk granit tipe “S”.

Sampel endapan plaser terbagi menjadi dua jenis sampel, yaitu sampel plaser aluvial dan sampel plaser koluvial (**Gambar 10**). Sampel endapan plaser diambil dari satuan aluvial di daerah penelitian. Secara pengamatan makroskopis, pembeda antara keduanya adalah sortasi. Aluvial memiliki sortasi yang lebih baik dibandingkan dengan koluvial. Hal ini dikarenakan koluvial merupakan endapan plaser yang terendapkan di lereng dengan

tercampurnya material berat dan ringan sehingga menghasilkan sortasi yang relatif buruk dibandingkan dengan aluvial yang diendapkan di permukaan dengan kemiringan yang landai (Schwartz dkk., 1995). Fragmen antara keduanya yang dapat diamati secara

makroskopis adalah kuarsa dan feldspar dengan bentuk butiran menyudut – menyudut tanggung. Ukuran fragmen yang dapat diamati secara makroskopis berada pada rentang 1 mm – 1 cm.



Gambar 10. Singkapan plaser koluvial (kanan) dan plaser aluvial (kiri).

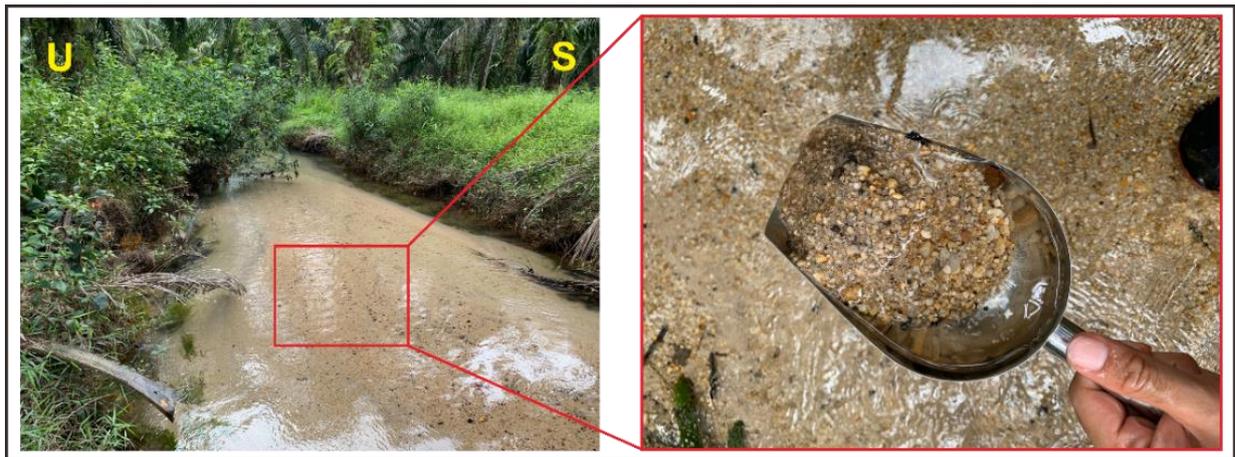
Endapan Plaser

Endapan plaser yang terdapat didalam daerah penelitian berupa endapan alluvial purba (**Gambar 11**) dan endapan alluvial aktif (**Gambar 12**). Endapan alluvial ini dibedakan karena waktu pengendapan endapan alluvial purba relatif lebih tua dibandingkan dengan endapan alluvial aktif. Endapan aluvial purba memiliki kenampakan yang lebih

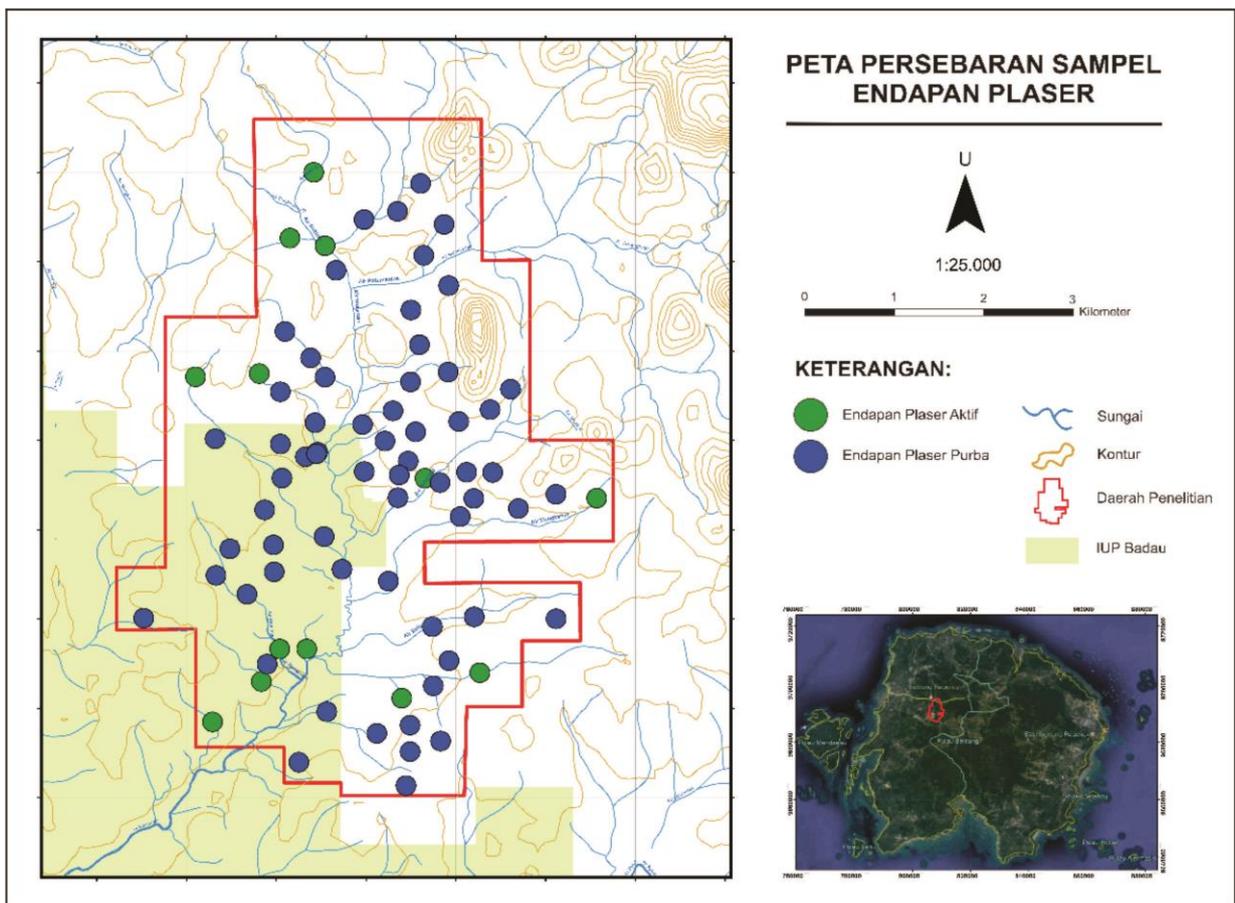
terkonsolidasi (kompak) dibandingkan dengan endapan aluvial aktif (bersifat lepas/urai) dan tidak berada dalam sungai aktif, umumnya berada diatas atau lebih tinggi dari muka air sungai aktif saat ini. Dari 77 sampel endapan plaser, terdapat 13 sampel endapan aluvial aktif dan 64 sampel endapan plaser purba (**Gambar 13**).



Gambar 11. Endapan plaser purba di daerah penelitian.



Gambar 12. Endapan plaser aktif di daerah penelitian.



Gambar 13. Peta persebaran sampel endapan plaser purba dan endapan plaser aktif di daerah penelitian.

Analisis *X-Ray Fluorescence (XRF) portable* dilakukan pada sampel endapan plaser untuk mengukur kadar unsur pada fraksi mesh +48 (297 – 354 μm), mesh +100 (149 μm), dan mesh -100 (<149 μm). Analisis dilakukan pada tiga fraksi untuk dilihat persebaran pengayaan unsurnya dari butir halus hingga butiran yang lebih kasar. Tujuan dari analisis

ini adalah untuk mengidentifikasi unsur-unsur yang terkandung dalam endapan plaser, terutama unsur Sn dan unsur tanah jarang.

Dengan sampel dan fraksi yang sama, *Grain Counting Analysis (GCA)* dilakukan pada sampel endapan plaser untuk mengidentifikasi mineral pembawa timah dan unsur tanah

jarang di daerah penelitian. Berdasarkan hasil analisis ini, didapatkan kadar mineral dari setiap sampel dalam satuan persen (%). Hasil analisis ini menjadi data tambahan yang sekaligus mengonfirmasi persebaran dan daerah pengayaan unsur di daerah penelitian berdasarkan data hasil *X-Ray Fluorescence (XRF) portable*. Secara umum, kandungan mineral yang ada pada sampel endapan plaser dari daerah penelitian dapat dilihat pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

Tabel 1. Mineral yang terkandung dalam seluruh sampel endapan plaser di daerah penelitian dari hasil *Grain Counting Analysis*.

Mineral	% Berat	
	Minimum	Maksimum
Kasiterit	0,08	36,69
Ilmenit	0,48	15,88
Zircon	0,04	3,21
Turmalin	0,03	3,25
Oksida besi	0,22	2,97
Kuarsa	57,63	100
Pirit	0,31	2,62
Muskovit	0,26	2,33
Limonite	0,33	0,34
Siderit	0,09	0,41
Topaz	0,21	0,21
Monazit	2,35	2,35

Tabel 2. Mineral yang terkandung dalam seluruh sampel endapan plaser di daerah penelitian dari hasil *Grain Counting Analysis* pada masing-masing fraksi ukuran butir.

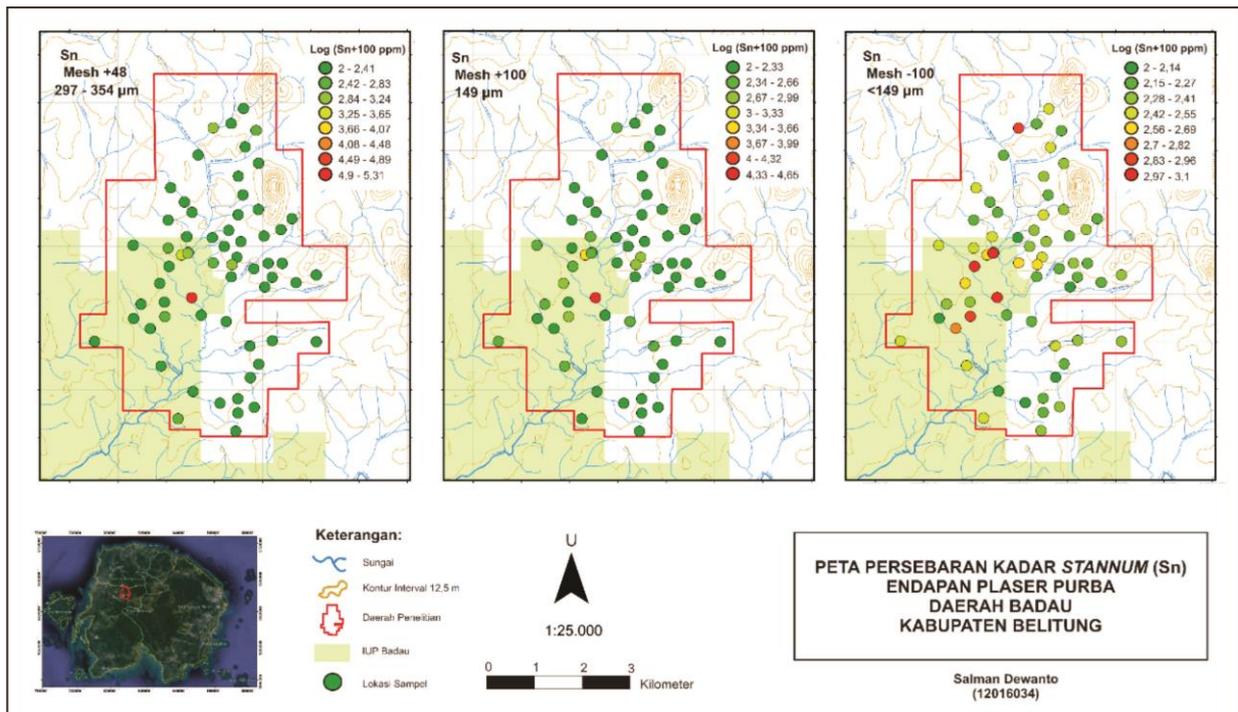
Mineral	% Berat		
	Mesh +48	Mesh +100	Mesh -100
Kasiterit	0,2 - 28,92	0,8 - 7,77	0,08 - 2,31
Ilmenit	0,28 - 4,81	0,4 - 7,1	0,21 - 5,46
Zircon	-	0,55 - 0,76	0,04 - 2,66
Turmalin	0,08 - 0,77	0,15 - 1,18	0,03 - 2,72
Oksida besi	0,22 - 1	0,64 - 0,92	0,37 - 1,77
Kuarsa	3,77 - 64,88	13,23 - 55,47	2,87 - 76,42
Pirit	0,44 - 0,63	0,62 - 1,15	0,31 - 1,47
Muskovit	0,32 - 0,69	0,36 - 1,08	0,26 - 0,56
Limonite	-	0,33 - 0,34	-
Siderit	-	-	0,09 - 0,41
Topaz	-	-	0,21
Monazit	1,39	0,96	-

Dari hasil *Grain Counting Analysis (GCA)*, didapati mineral kasiterit sebagai mineral pembawa timah. Dari hasil analisis ini juga didapati mineral monazit dan zircon. Monazit merupakan mineral pembawa unsur tanah jarang dengan tipe mineral fosfat, sedangkan zircon juga merupakan mineral pembawa unsur tanah jarang dengan tipe mineral silikat (Anthony dkk., 2001; Long dkk., 2010; Rosenblum dan Brownfield, 1999; dalam Jordens dkk., 2013; Lupulescu dkk., 2016). Selain itu, endapan plaser di daerah penelitian juga mengandung mineral turmalin yang juga dapat membawa unsur tanah jarang (Jolliff dkk., 1987).

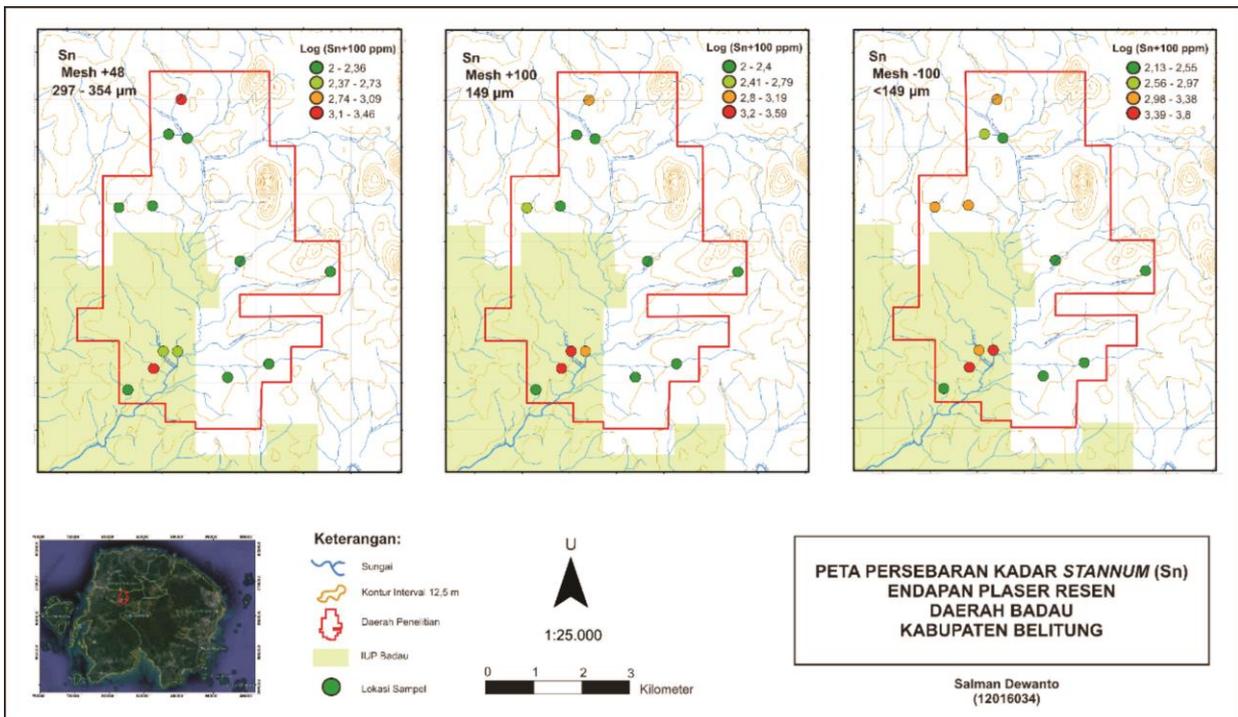
3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Persebaran Timah (Sn)

Secara regional, daerah penelitian berada di wilayah Granit Tanjungpandan yang tergolong granit tipe "S" dan mengandung timah (Pitfield, 1987; dalam Baharuddin dan Sidarto, 1995). Granit Tanjungpandan inilah yang menjadi sumber endapan timah pada endapan plaser di daerah penelitian. Persebaran kadar unsur Sn dapat dilihat pada **Gambar 14** dan **Gambar 15**.



Gambar 14. Peta persebaran kadar timah pada endapan plaser purba. Data kadar unsur telah ditransformasi menjadi $\text{Log}(x + 100)$ dengan x merupakan nilai kadar dalam ppm sebelum transformasi.



Gambar 15. Peta persebaran kadar timah pada endapan plaser aktif. Data kadar unsur telah ditransformasi menjadi $\text{Log}(x + 100)$ dengan x merupakan nilai kadar dalam ppm sebelum transformasi.

Berdasarkan hasil *Grain Counting Analysis* (GCA) timah yang terdapat pada endapan plaser terkandung pada mineral kasiterit yang

teramati memiliki bentuk butir angular – subangular. Hal ini dapat diinterpretasikan bahwa secara sedimentasi, butiran mineral

kasiterit hanya tertransportasi dengan jarak yang masih relatif dekat dengan sumbernya.

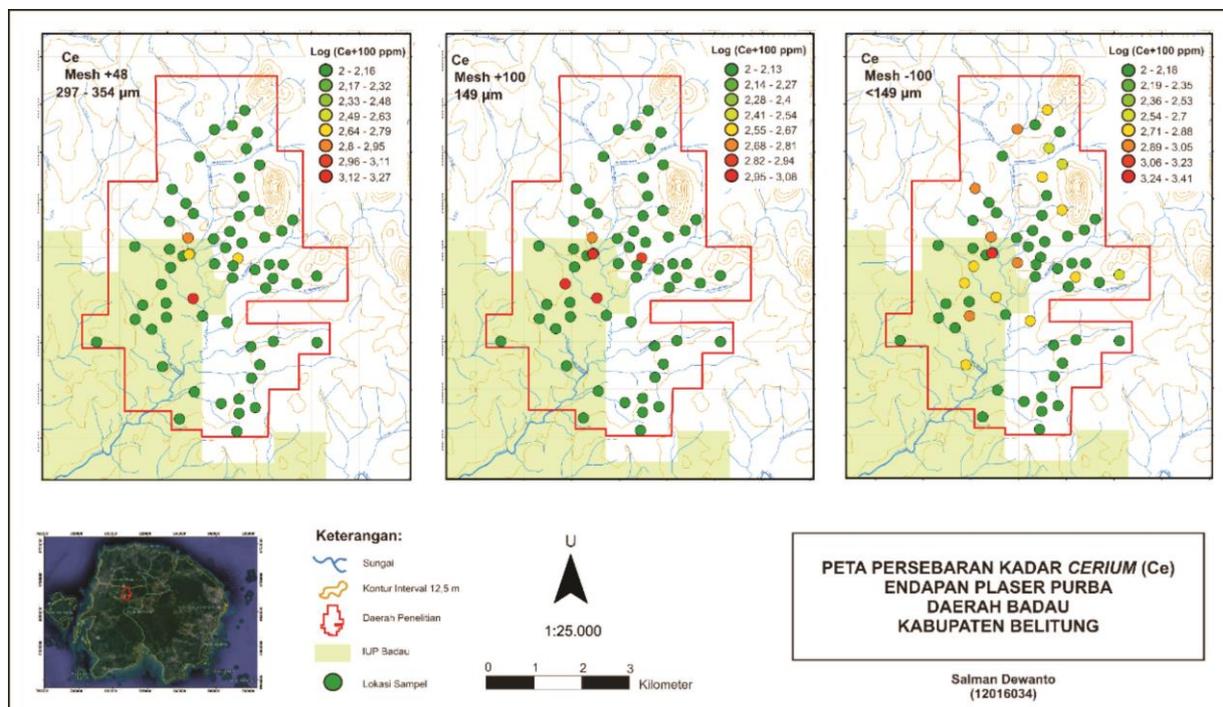
Berdasarkan hasil *X-Ray Fluorescence (XRF) portable* yang dilakukan pada sampel dengan tiga fraksi yang berbeda, unsur Sn di daerah penelitian memiliki nilai kandungan dengan rentang 9,67 ppm – 82652 ppm. Unsur Sn pada endapan aluvial purba memiliki tren kadar yang lebih tinggi di bagian tengah daerah penelitian. Pada fraksi yang lebih halus, unsur Sn tersebar lebih luas di bagian utara hingga bagian barat daerah penelitian. Unsur Sn pada endapan aluvial aktif memiliki tren kadar yang lebih tinggi di bagian utara dan baratdaya daerah penelitian.

3.2 Persebaran Unsur Tanah Jarang

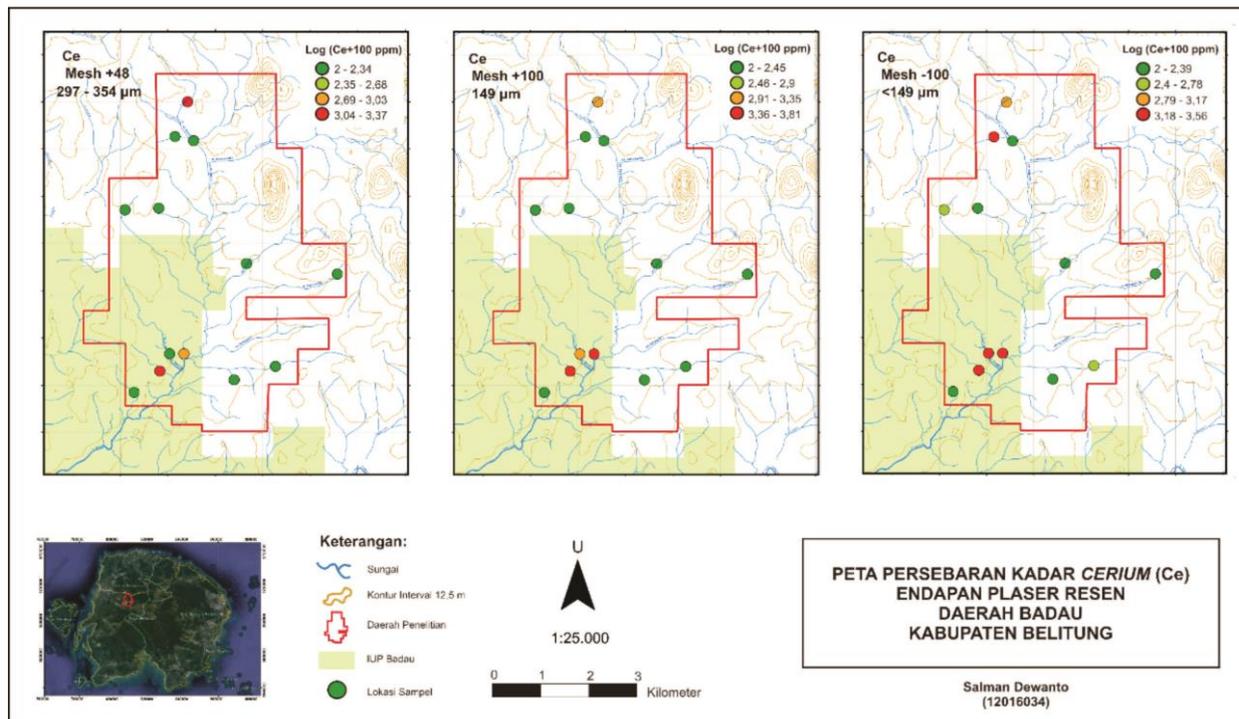
Keberadaan timah di Pulau Belitung berasosiasi dengan unsur tanah jarang karena kehadiran unsur tanah jarang di Indonesia berindikasi pada daerah dengan intrusi granitoid, aluvial, dan plaser (Virhdian dan Afrilinda, 2014). Oleh karena itu, diduga Granit Tanjungpandan juga merupakan

sumber dari unsur tanah jarang pada endapan plaser di daerah penelitian. Berdasarkan hasil *X-Ray Fluorescence (XRF) portable*, unsur tanah jarang yang terdeteksi pada endapan plaser di daerah penelitian, yaitu serium (Ce), Lantanum (La), dan Yttrium (Y).

Unsur Ce di daerah penelitian memiliki nilai kandungan dengan rentang 113,33 ppm – 3570 ppm. Secara umum, unsur Ce pada endapan plaser/aluvial purba (**Gambar 16**) memiliki tren kadar yang lebih tinggi di bagian tengah daerah penelitian. Pada fraksi yang lebih halus, unsur Ce tersebar lebih luas di bagian utara hingga bagian tengah daerah penelitian. Unsur Ce pada endapan aluvial aktif (**Gambar 17**) menunjukkan kadar tinggi di bagian utara dan barat daya daerah penelitian. Pengkayaan yang terjadi pada endapan alluvial aktif dapat berasal dari batuan sumber berupa granit dan dapat juga berasal dari pencucian kembali endapan alluvial purba atau keduanya.



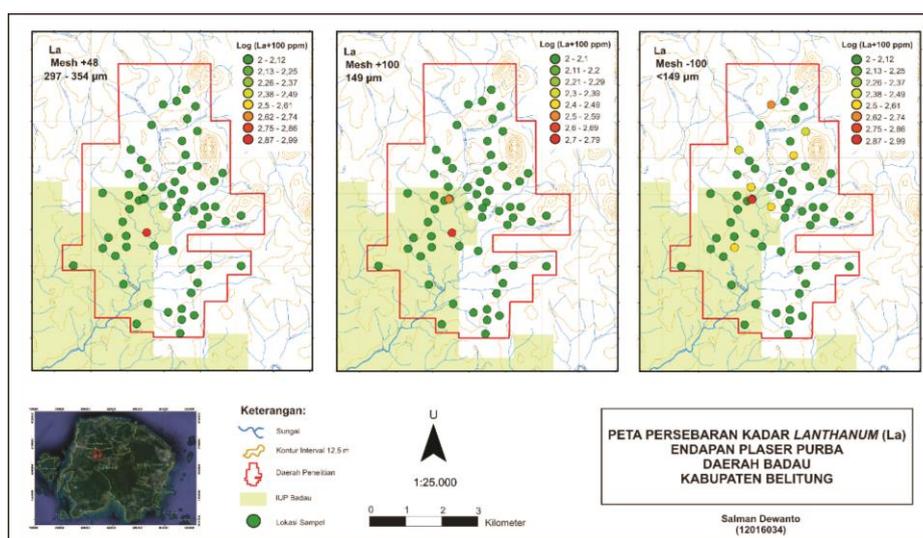
Gambar 16. Peta persebaran kadar Ce pada endapan plaser purba. Data kadar unsur telah ditransformasi menjadi $\text{Log}(x + 100)$ dengan x merupakan nilai kadar dalam ppm sebelum transformasi.



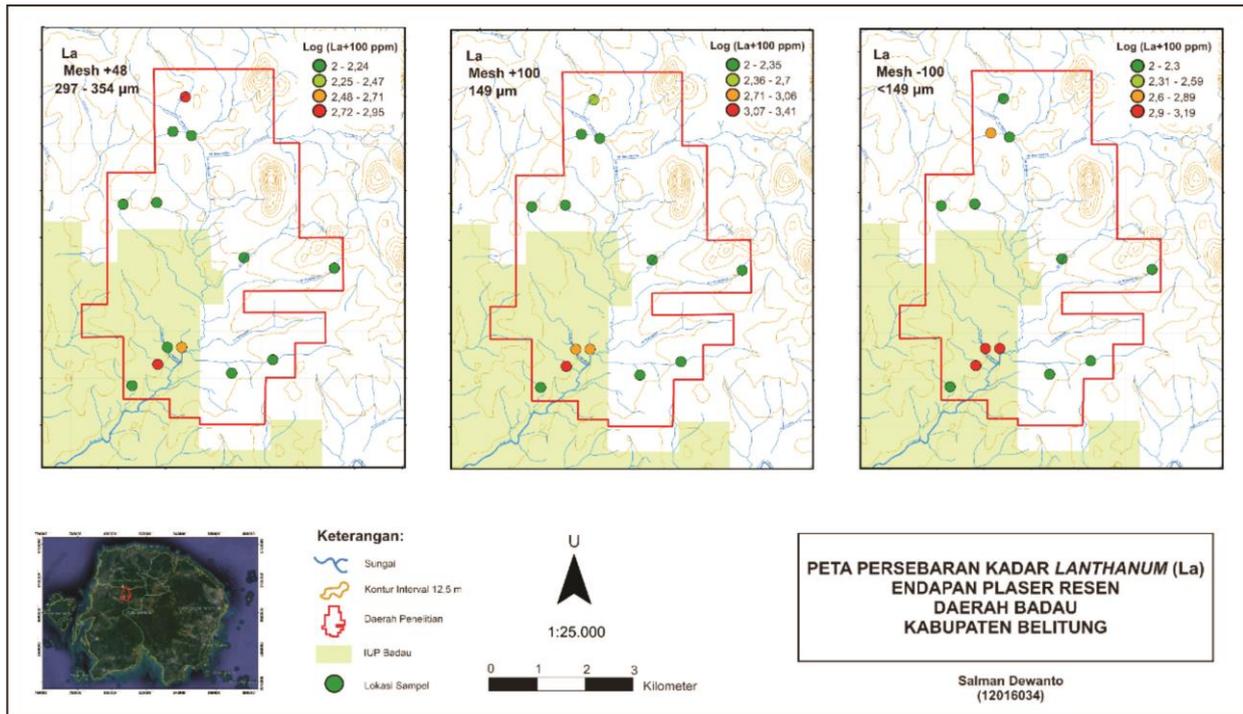
Gambar 17. Peta persebaran kadar Ce pada endapan plaser aktif. Data kadar unsur telah ditransformasi menjadi $\text{Log}(x + 100)$ dengan x merupakan nilai kadar dalam ppm sebelum transformasi.

Unsur La di daerah penelitian memiliki nilai kandungan dengan rentang 72,67 ppm – 1404,33 ppm. Secara umum, unsur La pada endapan plaser/aluvial purba (**Gambar 18**) memiliki tren kadar yang lebih tinggi di bagian tengah daerah penelitian. Pada fraksi yang lebih halus, unsur La tersebar lebih luas di bagian utara hingga bagian tengah daerah

penelitian. Unsur La pada endapan aluvial aktif (**Gambar 19**) menunjukkan kadar tinggi di bagian utara dan baratdaya daerah penelitian. Pengkayaan yang terjadi pada endapan alluvial aktif dapat berasal dari batuan sumber berupa granit dan dapat juga berasal dari pencucian kembali endapan alluvial purba atau keduanya.



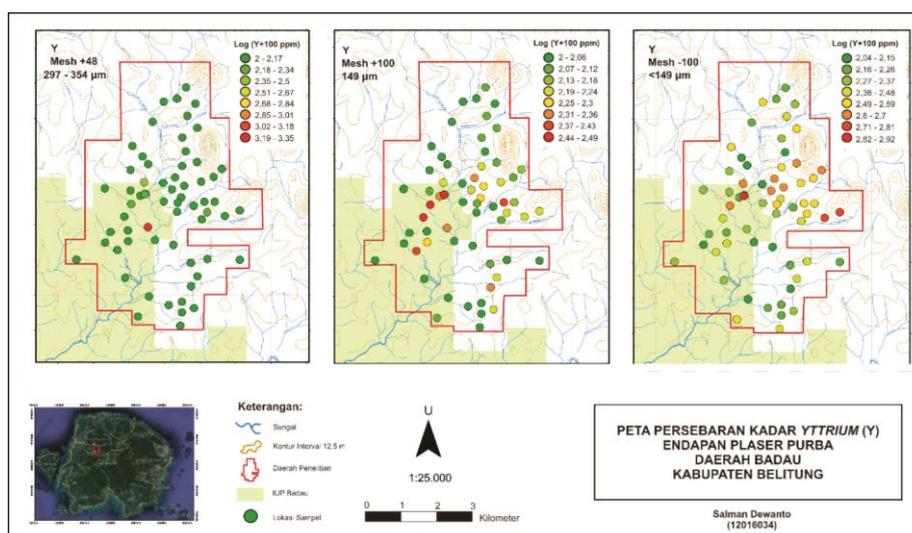
Gambar 18. Peta persebaran kadar La pada endapan plaser purba. Data kadar unsur telah ditransformasi menjadi $\text{Log}(x + 100)$ dengan x merupakan nilai kadar dalam ppm sebelum transformasi.



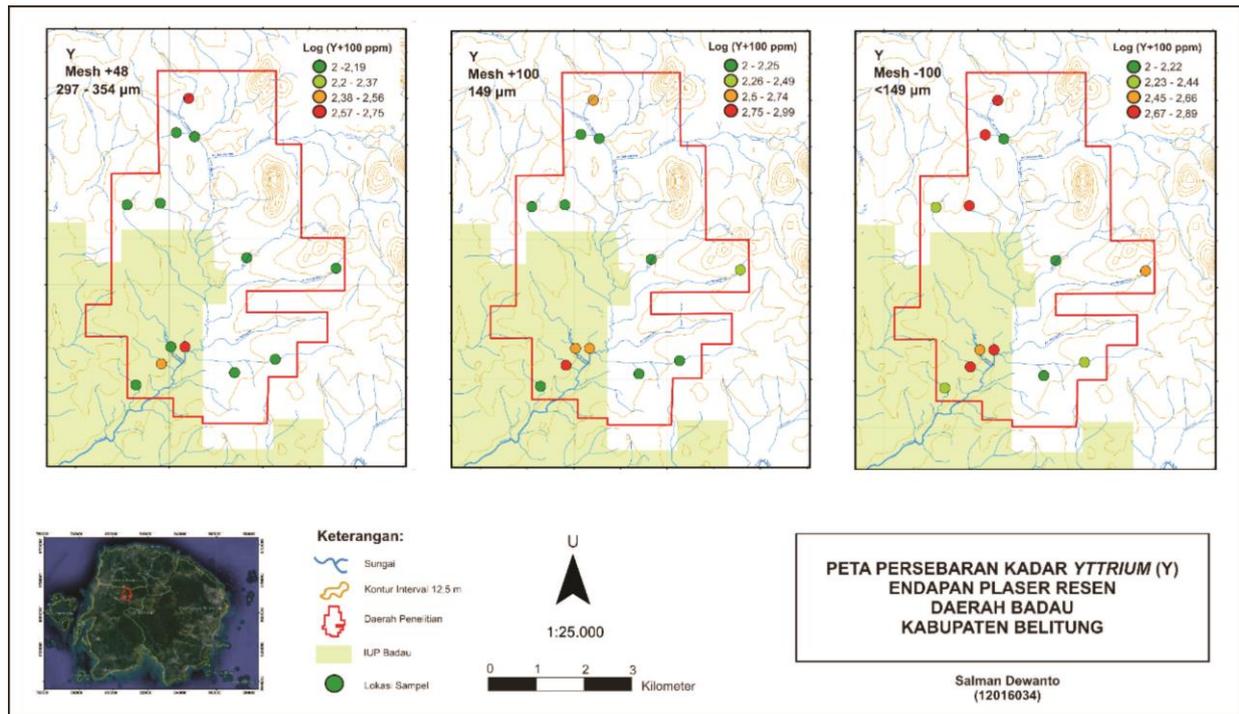
Gambar 19. Peta persebaran kadar La pada endapan plaser aktif. Data kadar unsur telah ditransformasi menjadi $\text{Log}(x + 100)$ dengan x merupakan nilai kadar dalam ppm sebelum transformasi.

Unsur Y di daerah penelitian memiliki nilai kandungan dengan rentang 6 ppm – 784,67 ppm. Secara umum unsur Y pada endapan plaser purba (**Gambar 20**) memiliki tren kadar yang lebih tinggi di bagian tengah daerah penelitian. Pada fraksi yang lebih halus, unsur Y tersebar lebih luas di bagian timur daerah penelitian. Unsur Y pada

endapan plaser aktif (**Gambar 21**) menunjukkan kadar tinggi di bagian utara dan baratdaya daerah penelitian. Pengkayaan yang terjadi pada endapan alluvial aktif dapat berasal dari batuan sumber berupa granit dan dapat juga berasal dari pencucian kembali endapan alluvial purba atau keduanya.



Gambar 20. Peta persebaran kadar Y pada endapan plaser purba. Data kadar unsur telah ditransformasi menjadi $\text{Log}(x + 100)$ dengan x merupakan nilai kadar dalam ppm sebelum transformasi.



Gambar 21. Peta persebaran kadar Y pada endapan plaser aktif. Data kadar unsur telah ditransformasi menjadi $\text{Log}(x + 100)$ dengan x merupakan nilai kadar dalam ppm sebelum transformasi.

3.3 Daerah Potensi Pengayaan

Daerah potensi pengayaan ditentukan dari data sampel endapan plaser purba. Sebanyak 64 data nilai kandungan unsur hasil dari *X-Ray Fluorescence (XRF) portable* pada sampel yang diambil di daerah penelitian akan dilakukan analisis univariat dengan tujuan untuk mendapatkan nilai batasan antara populasi anomali dan latar belakangnya. Data nilai kandungan unsur dinyatakan dalam satuan ppm. Perlu diketahui bahwa dilakukan transformasi logaritmik pada data nilai kandungan unsur agar data terdistribusi normal dengan ketelitian dua angka di belakang koma.

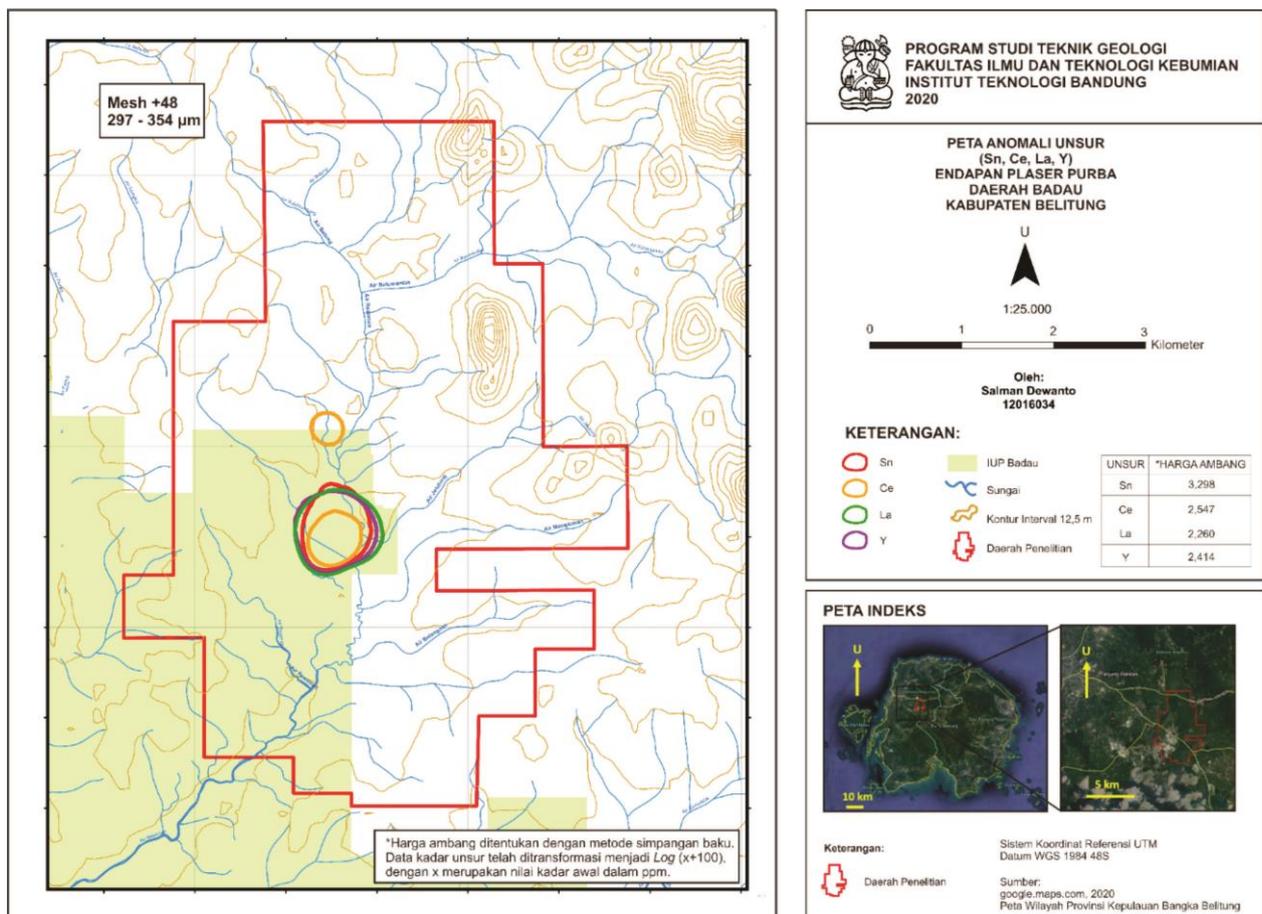
Daerah dengan kadar yang tergolong anomali tinggi akan menjadi daerah pengayaan. Daerah ini memiliki kadar unsur dengan nilai kandungan di atas harga ambang. Setiap unsur yang dianalisis memiliki harga ambang yang berbeda-beda. Penentuan harga ambang dilakukan pada data nilai kandungan yang sudah terdistribusi normal dengan menggunakan metode simpangan baku.

Penentuan harga ambang dengan metode simpangan baku memiliki galat sebesar 2,5% (Rose dkk., 1979). Hasil penentuan harga ambang dengan metode simpangan baku dapat dilihat pada **Tabel 3**.

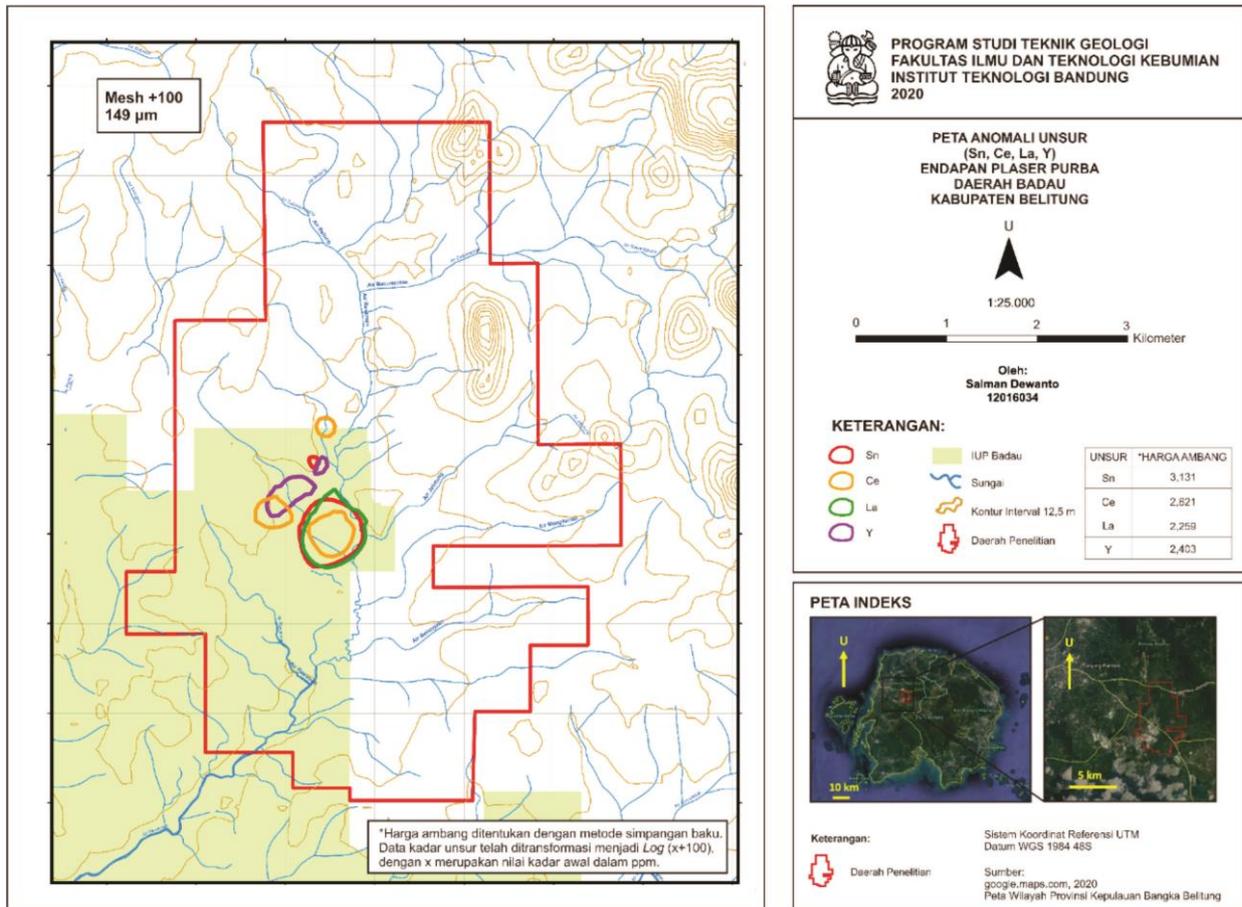
Harga ambang yang telah ditentukan akan menjadi penentu daerah pengayaan untuk setiap mineral dan unsur yang dianalisis. Peta daerah anomali unsur (**Gambar 22**, **Gambar 23**, dan **Gambar 24**) menunjukkan daerah pengayaan atau populasi anomali tinggi yang dominan di bagian tengah daerah penelitian. Pada butiran halus hingga yang lebih kasar, daerah pengayaannya masih dalam satu daerah yang relatif sama. Adapun sebagian kecil daerah pengayaan dengan ukuran butir halus yang terletak di bagian utara daerah penelitian. Beberapa lokasi pengambilan sampel (**Gambar 25**), seperti D1L3, D2L1, D3L3, D10L5, D10L7, D10L8, dan D10L9 pada daerah pengayaan memiliki kadar unsur yang relatif tinggi dan didukung dengan terdapatnya mineral-mineral pembawa timah dan unsur tanah jarang di daerah tersebut.

Tabel 3. Hasil penentuan harga ambang dengan metode simpangan baku. Data kadar unsur telah ditransformasi menjadi $\text{Log}(x + 100)$, dengan x merupakan nilai kadar dalam ppm sebelum transformasi.

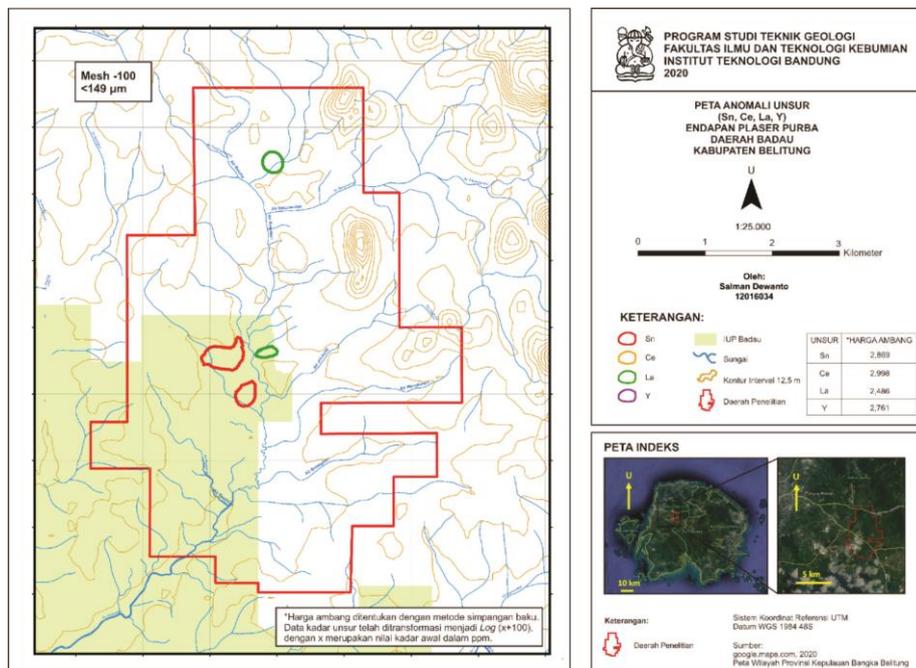
Unsur	Fraksi	Rata-rata	Nilai Maksimum	Nilai Minimum	Simpangan Baku	Harga Ambang
Sn	Mesh +48	2,27	5,31	2	0,52	3,30
	Mesh +100	2,27	4,65	2	0,43	3,13
	Mesh -100	2,37	3,10	2	0,25	2,87
Ce	Mesh +48	2,07	3,27	2	0,24	2,55
	Mesh +100	2,08	3,08	2	0,27	2,62
	Mesh -100	2,23	3,40	2	0,38	3,00
La	Mesh +48	2,02	2,98	2	0,12	2,26
	Mesh +100	2,02	2,78	2	0,12	2,26
	Mesh -100	2,07	2,98	2	0,21	2,49
Y	Mesh +48	2,05	3,35	2	0,18	2,41
	Mesh +100	2,13	2,49	2	0,14	2,40
	Mesh -100	2,37	2,91	2,04	0,19	2,76



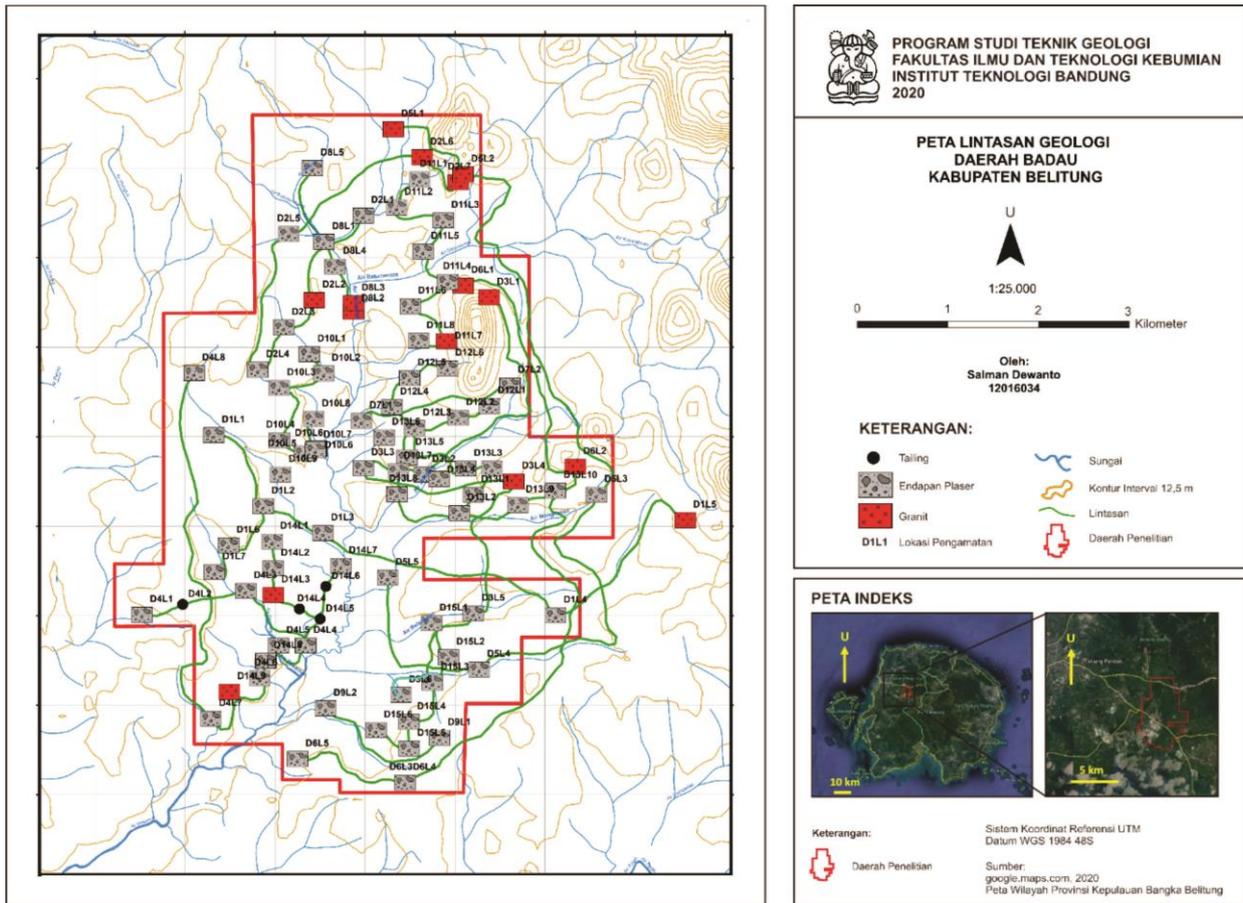
Gambar 22. Peta anomali unsur (Sn, Ce, La, dan Y) mesh#48 pada endapan plaser purba. Data kadar unsur telah ditransformasi menjadi $\text{Log}(x + 100)$ dengan x merupakan nilai kadar dalam ppm sebelum transformasi.



Gambar 23. Peta anomali unsur (Sn, Ce, La, dan Y) mesh#100 pada endapan plaser purba. Data kadar unsur telah ditransformasi menjadi $\text{Log}(x + 100)$ dengan x merupakan nilai kadar dalam ppm sebelum transformasi.



Gambar 24. Peta anomali unsur (Sn, Ce, La, dan Y) mesh#-100 pada endapan plaser purba. Data kadar unsur telah ditransformasi menjadi $\text{Log}(x + 100)$ dengan x merupakan nilai kadar dalam ppm sebelum transformasi.



Gambar 25. Peta lintasan geologi.

3.4 Asosiasi Unsur

Tabel 4 menunjukkan hasil penentuan tingkat kekerabatan atau asosiasi unsur dengan menggunakan metode koefisien Pearson. Warna hijau menunjukkan asosiasi sedang dengan rentang nilai koefisien dari 0,5 hingga 0,7. Warna coklat menunjukkan asosiasi kuat dengan rentang nilai koefisien diatas 0,7. Nilai koefisien Pearson yang didapatkan menunjukkan bahwa timah (Sn) dan unsur tanah jarang di daerah penelitian (La, Ce, dan Y) saling berasosiasi pada endapan plaser di daerah penelitian.

Tabel 4. Hasil penentuan asosiasi unsur dengan metode koefisien Pearson.

Pearson (r)	Sn	La	Ce	Y
Sn	1	0,7	0,6	0,8
La		1	0,9	0,8
Ce			1	0,7
Y				1

Keterangan:

$0,5 \leq r \leq 0,7$ Asosiasi sedang

$r > 0,7$ Asosiasi kuat

(Swan dan Sandilands, 1995)

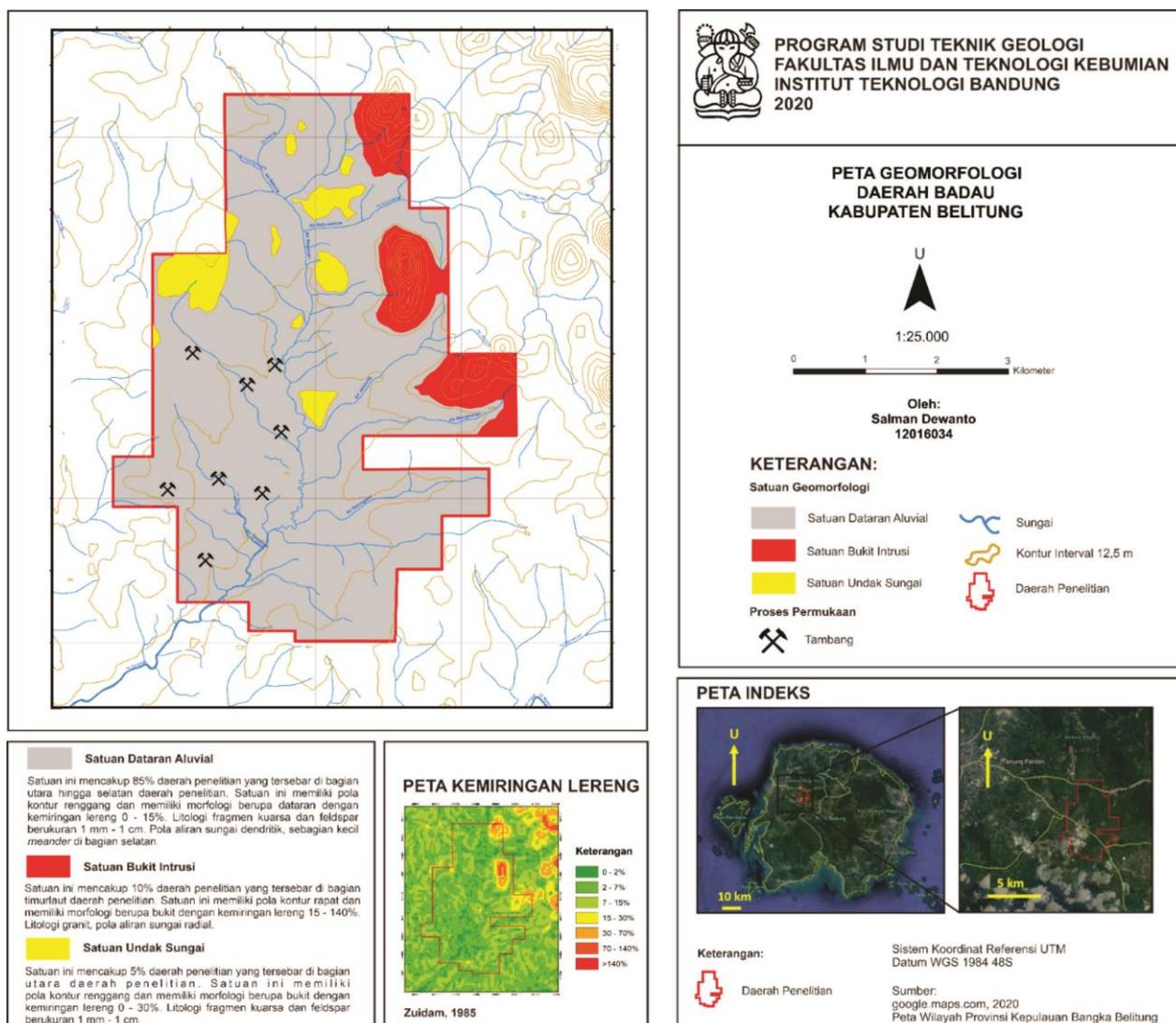
4. DISKUSI

Pengayaan unsur Sn, Ce, La, dan Y memiliki hubungan erat dengan Granit Tanjungpandan. Secara regional, seluruh daerah penelitian termasuk ke dalam Granit Tanjungpandan yang mengandung endapan timah dan unsur tanah jarang. Kenampakan kasiterit dari hasil pengamatan *Grain Counting Analysis* (GCA) yang mayoritasnya angular-subangular diinterpretasikan bahwa endapan plaser tidak

tertransportasi jauh dari batuan sumbernya. Daerah yang berupa morfologi bukit dengan litologi granit diduga juga merupakan sumber dari keterdapatan endapan timah dan unsur tanah jarang pada endapan plaser di daerah penelitian. Tidak hadirnya beberapa mineral pembawa unsur tanah jarang dalam GCA, misalnya mineral xenotime yang selalu berasosiasi dengan Y kemungkinan mineral tersebut telah hancur selama proses transportasi karena xenotime memiliki tingkat kekerasan yang rendah (3-4).

Daerah pengayaan unsur Sn, Ce, La, dan Y pada endapan plaser ditemukan di bagian

tengah dan sebagian kecil di utara daerah penelitian. Daerah ini memiliki posisi topografi rendah yang termasuk ke dalam satuan dataran aluvial (**Gambar 26**). Timah dan unsur tanah jarang yang ada di daerah ini dibawa oleh mineral berat tertentu, seperti kasiterit, zircon, turmalin dan monazit. Mineral berat pada endapan plaser di daerah pengayaan ini diduga diendapkan pada kelokan sungai yang berupa *point bar* dan percabangan sungai sebelum sungai berkembang menjadi bentuk yang sekarang. Untuk memastikan mineral utama pembawa masing masing unsur tanah jarang perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.



Gambar 26. Peta geomorfologi daerah Badau.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa endapan timah dan unsur tanah jarang pada endapan plaser tersebar dengan kadar yang relatif lebih tinggi di bagian tengah daerah penelitian. Nilai anomali endapan timah dan unsur tanah jarang pada endapan plaser purba menunjukkan akumulasi pengayaan yang dominan di bagian tengah daerah penelitian, tepatnya pada morfologi dataran aluvial berupa plaser aluvial. Saran eksplorasi selanjutnya dapat dilakukan di bagian tengah daerah penelitian berlanjut ke arah baratdaya karena daerah tersebut memiliki akumulasi timah dan unsur tanah jarang yang dominan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyelesaian penelitian tidak lupa penulis ucapkan terimakasih pada PT Timah Tbk yang membantu mendanai pekerjaan ini, juga tidak lupa ucapan terimakasih pada Aland Edbert Manurung atas penyediaan mikroskop polarisasi untuk kebutuhan analisis petrografi. Penulis mengucapkan banyak terimakasih untuk pihak-pihak yang sudah mendukung keberlangsungan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Baharuddin & Sidarto (1995). Peta Geologi Lembar Belitung, Kepulauan Bangka Belitung, Skala 1:250.000, *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*, Bandung.

Cobbing, E. J., Mallick, D. I. J., Pitfield, P. E. J., & Teoh, L. H. (1986). The granites of the Southeast Asian tin belt. *Journal of the Geological Society*, 143(3), 537-550.

Ghazali, S. A., Muchjidin, dan Hariwidjaja. (1986). *Penyelidikan Geokimia Endapan Sungai: Metode dan Teknik*. Direktorat Sumberdaya Mineral, Bandung.

Jolliff, B. L., Papike, J. J., & Shearer, C. K. (1987). Fractionation trends in mica and tourmaline as indicators of pegmatite internal evolution: Bob Ingersoll pegmatite, Black Hills, South

Dakota. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 51(3), 519-534.

Jordens, A., Cheng, Y. P., & Waters, K. E. (2013). A review of the beneficiation of rare earth element bearing minerals. *Minerals Engineering*, 41, 97-114.

Ko, U. K. (1986). Preliminary synthesis of the geology of Bangka Island, Indonesia. *Proceedings GEOSEA V Vol. II. Geol. Soc. Malaysia*, 81-96.

Le Maitre, R. W. (2002). *Igneous rocks: a classification and glossary of terms: recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks*, Cambridge University Press 2nd ed., Cambridge.

Lupulescu M. V., Chiarenzelli J., Singer J. (2016). Rare Earth Elements and Yttrium mineral occurrences in the Adirondack Mountains, The Adirondack Journal of Environmental Studies, vol 21.

Metcalf, I. (2011). Tectonic framework and Phanerozoic evolution of Sundaland. *Gondwana Research*, 19(1), 3-21.

Ng, S. W. P., Whitehouse, M. J., Roselee, M. H., Teschner, C., Murtadha, S., Oliver, G. J., Ghani, A.A. & Chang, S. C. (2017). Late triassic granites from Bangka, Indonesia: A continuation of the main range granite province of the South-East Asian tin belt. *Journal of Asian Earth Sciences*, 138, 548-561.

Oliver, M. A., & Webster, R. (2014). A tutorial guide to geostatistics: Computing and modelling variograms and kriging. *Catena*, 113, 56-69.

Pitfield, P. E. J. (1987). *South-East Asia Granite Project Report on the geochemistry of the tin islands granites of Indonesia: British Geological Survey Overseas Division Report No. MP/87/9/R*, 52 p.

Rose, A.W., Hawkes, H.E., dan Webb, J.S. (1979). *Geochemistry in Mineral Exploration*. Edisi Kedua. Academic Press, London.

- Schwartz, M. O., Rajah, S. S., Askury, A. K., Putthapiban, P., & Djaswadi, S. (1995). The southeast Asian tin belt. *Earth-Science Reviews*, 38(2-4), 95-293.
- Sevastjanova, I., Clements, B., Hall, R., Belousova, E. A., Griffin, W. L., & Pearson, N. (2011). Granitic magmatism, basement ages, and provenance indicators in the Malay Peninsula: insights from detrital zircon U–Pb and Hf-isotope data. *Gondwana Research*, 19(4), 1024-1039.
- Sinclair, A. J. (1974). Selection of threshold values in geochemical data using probability graphs. *Journal of Geochemical Exploration*, 3(2), 129-149.
- Swan, A. R. H. & Sandilands, M. (1995). *Introduction to geological Data Analysis*, Blackwell Science Ltd., Oxford.
- Virdhian, S., & Afrilinda, E. (2014). Karakterisasi Mineral Tanah Jarang Ikutan Timah dan Potensi Pengembangan Industri Berbasis Unsur Tanah Jarang. *Metal Indonesia*, 36(2), 61-69.

Daftar Pustaka dari situs Internet (website):

- Peta daerah penelitian, data diperoleh melalui situs internet:
<https://www.google.com/maps/@-2.9045735,107.7196865,90952m/data=!3m1!1e3>. Diunduh pada 17 Januari 2020.
- Yttrium: Mineral information, data and localities. - Mindat.org:
<https://www.mindat.org/min-52517.html>
 diunduh 14 Juni 2021.