

**IDENTIFIKASI KETERDAPATAN MINERAL IKUTAN DAN ESTIMASI KANDUNGAN MONASIT PADA TAILING TAMBANG TIMAH DI PULAU BANGKA****IDENTIFICATION OF ACCESSORY MINERAL OCCURRENCE AND CONTENT ESTIMATION OF MONAZITE IN TIN MINE TAILINGS IN BANGKA ISLAND****Ngadenin, Rachman Fauzi, dan Widodo**

Badan Riset dan Inovasi Nasional

Gedung B.J. Habibie, Jalan M.H. Thamrin No. 8, Jakarta Pusat 10340

rach021@brin.go.id

**ABSTRAK**

Kegiatan pertambangan di Pulau Bangka telah lama dilakukan sejak zaman kolonial Belanda hingga saat ini. Hasil penambangan timah menyisakan banyak *tailing* tambang yang tidak teratur sehingga menimbulkan kerusakan lingkungan. Meskipun demikian, terdapat mineral ikutan timah yang dapat menjadi sumber potensial logam kritikal baru. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui jenis-jenis mineral ikutan dan nilai kandungan monasit pada *tailing* tambang timah di Pulau Bangka. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah identifikasi mineral berdasarkan analisis perhitungan butir pada 30 sampel konsentrat dulang dari berbagai daerah di penjuru Pulau Bangka untuk kemudian dilakukan estimasi kandungan berdasarkan perbandingan antara presentase monasit, massa konsentrat dulang, dan massa *tailing*. Berdasarkan hasil identifikasi mineral ditemukan beberapa jenis mineral diantaranya kasiterit, monasit, zirkon, ilmenit, magnetit, hematit, anatase, rutil, turmalin, fluorit, garnet dan pirit dengan rata – rata jumlah keterdapatan monasit pada sampel konsentrat dulang sekitar 10,24%. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai rata- rata kadar monasit pada *tailing* tambang timah adalah 16,41 kg/ m<sup>3</sup>. Diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan masukan oleh pemangku kepentingan terkait sebagai dasar pengembangan strategi penerapan konservasi mineral demi mendukung tercapainya industri pertambangan yang berkelanjutan di masa yang akan datang.

**Kata kunci:** monasit, konsentrat dulang, mineral ikutan timah, Bangka

**ABSTRACT**

*Mining activities in Bangka Island are being conducted since Dutch colonial era. The wastes of tin mining produced many abandoned tailings which could cause negative impact for environment. However, there are accessory minerals in tailings which could be the new potential source of critical mineral. The purpose of this study is to identify accessory minerals and content percentage of monazite in tailings of ex – tin mine in Bangka Island. The methods used in this study is determining the composite minerals based on grain counting analysis of 30 pan concentrate samples from several locations in Bangka Island before estimating the monazite content based on comparison between monazite percentage, pan concentrate mass, and tailing bulk mass. Based on mineral identification it is shown that the tailings consist of several minerals such as cassiterite, monazite, zircon, ilmenite, magnetite, hematite, anatase, rutile, tourmaline, fluorite, garnet, and pyrite with average monazite content in concentrate sample is 10.24%. Based on the calculation it is shown that the average value of monazite grade in tin mine tailing is 16.41 kg/ m<sup>3</sup>. The result of this study is expected to be some input for stakeholders to implement mineral conservation for achieving sustainable mining in the future.*

**Keywords:** monazite, pan concentrate, tin accessory mineral, Bangka

## PENDAHULUAN

Kegiatan pertambangan di Pulau Bangka telah lama dilakukan sejak zaman kolonial Belanda hingga saat ini. Catatan kegiatan pertambangan timah paling awal di Pulau Bangka dilakukan sejak 1709 (Suprpto, 2008). Penambangan kasiterit sebagai bijih timah yang dilakukan secara masif telah meninggalkan banyak *tailing* tambang (Irvani dan Artasari, 2018). *Tailing* tambang tersebut umumnya berupa material berukuran didominasi pasir yang menjadi ciri khas pada berbagai wilayah bekas penambangan di Bangka (Sukarman dkk., 2020) (Gambar 1). Meskipun demikian, di dalam *tailing* tambang dapat ditemukan mineral ikutan timah seperti misalnya kuarsa, pirit, zirkon, rutil, ilmenit, xenotim dan monasit (Sujitno, 2015 dan Ngadenin dkk., 2014). Beberapa mineral yang terkandung dalam *tailing* tambang tersebut dapat dilihat sebagai sumber potensial logam kritikal baru (Zglinicki *et al.*, 2021).

Selain kasiterit yang merupakan penyusun utama pada endapan timah, di dalam konsentrat timah juga umum ditemukan monasit. Monasit merupakan mineral strategis yang mempunyai nilai ekonomi sangat penting karena merupakan mineral yang mengandung logam tanah jarang (LTJ), fosfat ( $PO_4$ ), torium (Th) dan uranium (U). Uranium merupakan bahan bakar yang digunakan pada Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) saat ini sedangkan torium merupakan bahan bakar PLTN masa depan sebagai alternatif pengganti uranium (NEA- IAEA, 2014; Dewita, 2012).

LTJ saat ini menjadi komoditas penting karena sangat berperan dalam pembangunan ekonomi modern yang rendah karbon (Zglinicki *et al.*, 2022) serta banyak digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan bahan maju. Monasit adalah mineral fosfat yang mengandung LTJ dan torium (Ce, La, Pr, Nd, Th, Y) $PO_4$  serta mengandung 60%–62% total oksida tanah jarang (PSDMBP,

2019). LTJ yang terkandung dalam monasit diantaranya Cerium (Ce), Lanthanum (La) dan Yttrium (Y). Cerium banyak digunakan dalam industri kaca presisi tinggi dan lanthanum digunakan dalam industri lensa kamera (Bradley, 2017). Yttrium digunakan untuk layar televisi dan komputer, lampu LED, obat kanker, bahan campuran untuk meningkatkan kekuatan bahan dan katalis. Lanthanum digunakan untuk lensa kamera, penerangan studio, proyektor dan elektroda baterai. Cerium digunakan untuk konverter katalis di mobil, pewarna kaca, produksi baja dan kilang minyak mentah (Dutta *et al.*, 2016; Christmanna, 2014).

Pada proses penambangan timah di Pulau Bangka, mineral monasit dan mineral ikutan timah lainnya tidak diambil secara khusus karena alasan ekonomi dan teknologi (Zglinicki *et al.*, 2021) serta faktor ketidaktahuan pelaku usaha tambang pada saat itu (Sari dan Andini, 2020) sehingga sebagian besar tertinggal pada *tailing* tambang timah. Zirkon ( $ZrSiO_4$ ) dan ilmenit ( $FeTiO_3$ ) merupakan mineral yang saat ini dipertimbangkan masuk kategori mineral kritis (Badan Geologi, 2022). Zirkon banyak digunakan di industri keramik, refraktori, dan pewarna (Alfiyan, 2016) dan bahan keramik maju (Sajima, 2017). Ilmenit sebagai sumber titanium umum digunakan sebagai bahan campuran logam (*alloy*), bahan baku cat, industri kertas dan plastik (Nayl *et al.*, 2009).

Harga monasit diproyeksikan akan terus melonjak dari 27.000 US\$ per ton di Tahun 2021 hingga mencapai 34.000 US\$ per ton di Tahun 2029 (Iluka Resources, 2021). Dengan mempertimbangkan potensi ekonominya yang cukup besar, maka perlu dilakukan studi terkait jenis dan komposisi mineral pada *tailing* tambang timah. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah mengetahui jenis-jenis mineral ikutan dan nilai kandungan monasit pada *tailing* tambang timah sebagai gambaran awal untuk mengetahui prospek sumber daya monasit di Pulau Bangka baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

**METODOLOGI**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hasil identifikasi mineral berdasarkan metode analisis perhitungan butir menggunakan mikroskop dari sampel konsentrat dulang (Gambar 2) dari berbagai daerah di penjuru Pulau Bangka diantaranya di Bangka Selatan (Syaeful dkk., 2009), Pangkal Pinang dan Bangka Tengah (Ngadenin dkk., 2010), Bangka (Indrastomo dkk., 2012), dan Bangka Barat (Ngadenin dkk., 2012) (Gambar 4).

Sampel konsentrat dulang diperoleh dengan cara mengambil sebagian *tailing*

untuk kemudian didulang dan didapatkan konsentratnya. Selanjutnya konsentrat dulang dikeringkan, ditimbang dan dilakukan identifikasi mineral menggunakan mikroskop. Mineral – mineral yang teridentifikasi, khususnya monasit, kemudian dilakukan estimasi kadar berdasarkan perhitungan antara presentase monasit terhadap sampel konsentrat dulang, perbandingan massa antara konsentrat dulang terhadap *tailing* tambang timah, dan berat jenis *tailing* rata-rata. Berdasarkan Wahjudi (2010) didapatkan nilai berat jenis rata-rata *tailing* tambang timah dengan ukuran dominan pasir adalah 2,587 gr/ cm<sup>3</sup>.



**Gambar 1.** Kumpulan *tailing* tambang timah dilihat dari udara (Meyzilia, 2018)

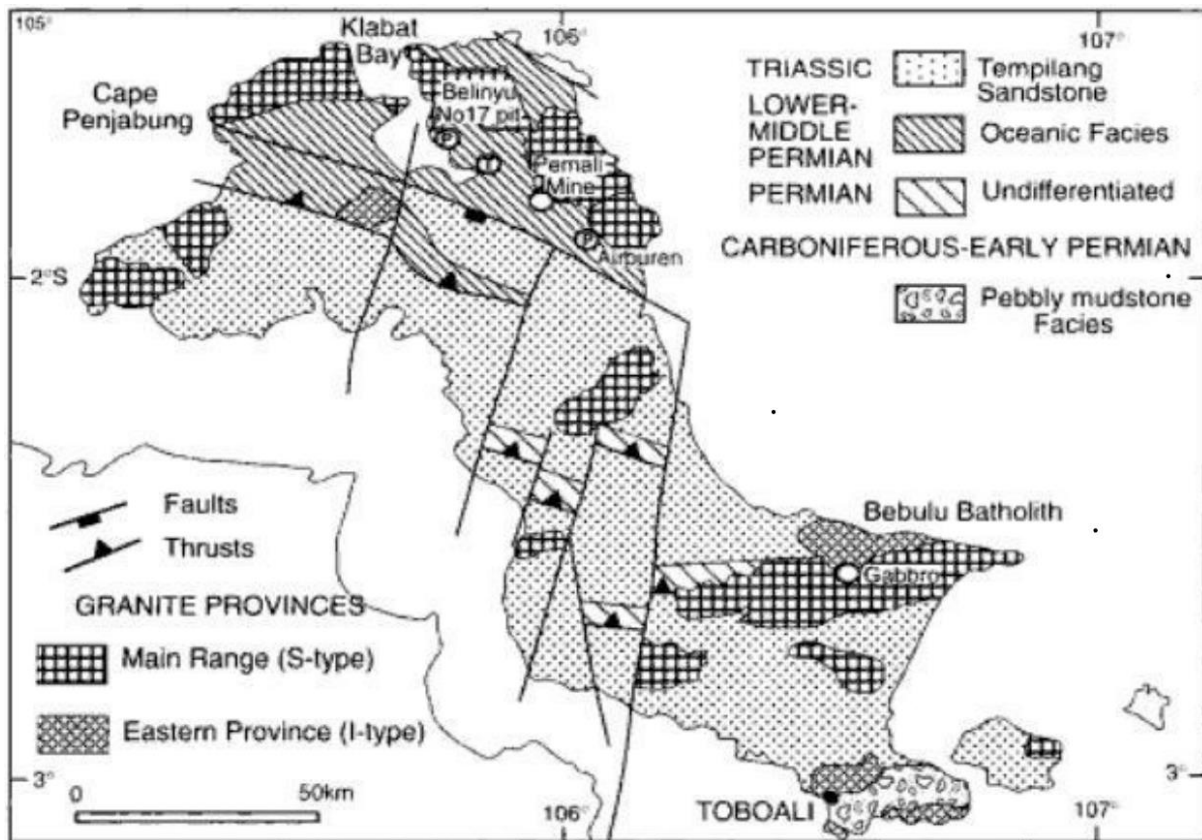


**Gambar 2.** Pengambilan sampel konsentrat dulang pada *tailing* tambang timah

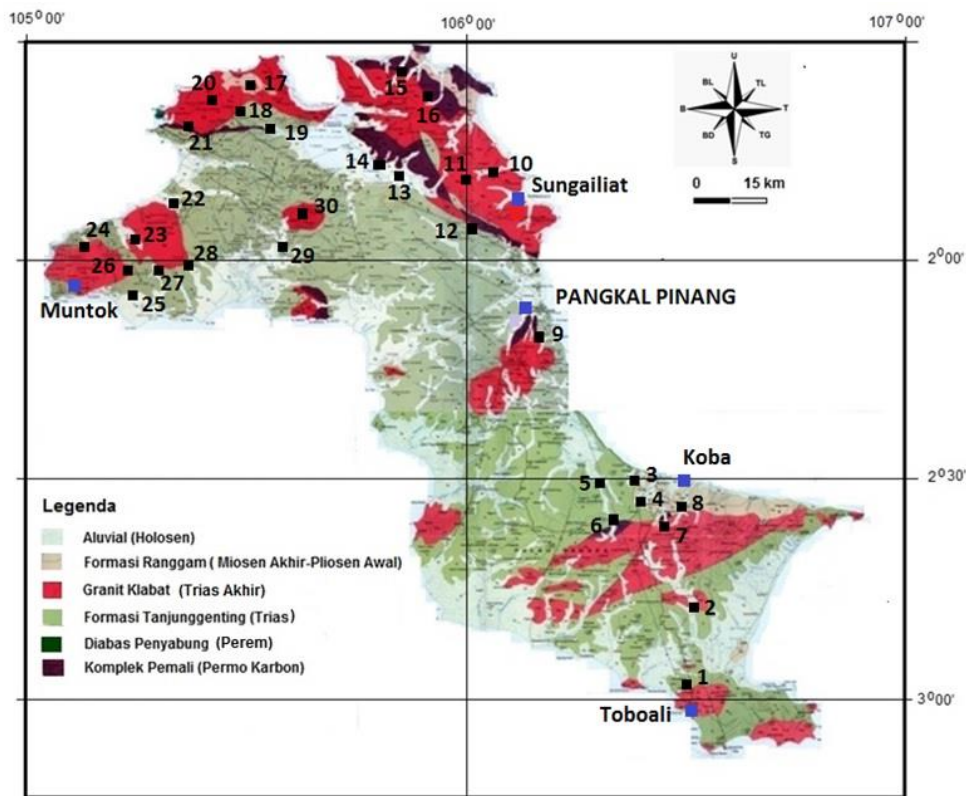
**GEOLOGI DAERAH PENELITIAN**

Urutan stratigrafi Pulau Bangka dari batuan yang berumur tua ke batuan yang berumur muda adalah Komplek Pemali, Diabas Penyabung, Formasi Tanjung Genting, kelompok Granit Klabat, Formasi Ranggam dan endapan aluvial (Abidin dkk., 1993; Margono dkk., 1995) (Tabel 1 dan Gambar 3). Komplek Pemali tersusun oleh sekis dan filit dengan sisipan kuarsit dan lensa batugamping merupakan batuan tertua berumur Permo-Karbon. Kelompok batuan ini diterobos oleh granit Klabat. Diabas Penyabung berumur Perm dan menerobos Komplek Pemali serta diterobos oleh granit Klabat. Formasi Tanjung Genting berumur Trias dan diendapkan pada lingkungan laut dangkal terdiri atas perselingan antara batupasir, batupasir malih, batupasir lempungan dan batulempung dengan lensa batugamping dan oksida besi (Abidin dkk., 1993; Margono dkk., 1995).

Kelompok Granit Klabat berumur Trias Akhir terdiri dari granit, granodiorit, adamelit, diorit dan diorit kuarsa. Formasi Ranggam berumur Miosen Akhir hingga Pliosen Awal dan diendapkan pada lingkungan pengendapan fluviatil hingga peralihan tersusun oleh perselingan batupasir, batulempung, batulempung tufan dengan sisipan tipis batulanau dan bahan organik. Aluvial tersusun oleh material berukuran bongkah, kerakal, kerikil, pasir, lempung serta gambut berumur Holosen (Abidin dkk., 1993; Margono dkk., 1995). Penelitian lain terkait pentarikan umur U – Pb pada zirkon menunjukkan bahwa granit di bagian timur laut dan barat daya Pulau Bangka terbentuk dari dua episode magnetisme yang secara berurutan berumur 225 dan 220 juta tahun yang lalu (Wai- Pan Ng et al., 2017).



**Gambar 3.** Penyebaran granit tipe S dan tipe I di Pulau Bangka (Cobbing et al., 1992)



**Gambar 4.** Peta Geologi Pulau Bangka modifikasi dari Abidin dkk. (1993) dan Margono dkk. (1995) serta lokasi pengambilan sampel konsentrat dulang

**PEMBENTUKAN CEBAKAN TIMAH DAN MINERAL IKUTANNYA DI PULAU BANGKA**

Terbentuknya cebakan timah dan mineral ikutannya di Pulau Bangka diawali oleh adanya Intrusi granit menerobos batuan yang lebih tua pada zaman Trias – Yura Atas yang menghasilkan proses metamorfosis kontak. Bersamaan dengan proses metamorfosis tersebut kemudian terjadi proses pneumatolitik yang menghasilkan mineral kasiterit yang mengisi rekahan – rekahan pada granit. Kemudian pada zaman Kenozoikum, erosi intensif terjadi menyebabkan tersingkapnya granit dan diikuti oleh proses pelapukan, transportasi dan pengendapan cebakan timah di daerah sekitarnya (Mardiah, 2013).

Proses pembentukan cebakan timah dan mineral ikutannya melalui beberapa fase penting yaitu fase pneumatolitik, fase kontak pneumatolitik-hidrotermal tinggi dan fase terakhir adalah hipotermal sampai

mesotermal. Fase terakhir ini merupakan fase terpenting dalam mineralisasi karena larutan yang mengandung timah dan monasit dengan komponen utama silika (SiO<sub>2</sub>) mengisi perangkap pada jalur sesar, kekar, dan zona lemah lainnya (Ngadenin dkk., 2014).

Endapan monasit sekunder terbentuk dari cebakan monasit primer yang mengalami pelapukan, tererosi, tertransportasi, dan terendapkan sebagai endapan koluviyal, kipas aluvial, aluvial sungai, maupun aluvial lepas pantai. Cebakan monasit primer pada umumnya terdapat pada batuan granit tipe S dan daerah kontak dengan batuan yang lebih tua, sedangkan endapan monasit sekunder terdapat pada sungai-sungai tua dan dasar lembah baik yang terdapat di darat maupun di laut. Granit tipe S merupakan batuan sumber dan endapan aluvial merupakan tempat akumulasi monasit sekunder (Ngadenin dkk., 2014).

Pulau Bangka terletak dalam sebaran granit yang terletak dalam Sabuk Timah Asia tenggara yang melalui Malaysia, Kepulauan Riau, Bangka-Belitung, dan Karimata (Soetopo dkk., 2012). Granit yang terdapat pada sabuk timah berupa tipe I dan tipe S. Granit di pulau bangka didefinisikan sebagai granit WP dan synkolisi (Wai-Pan Ng *et al.*, 2017). Granit Bangka memiliki ciri khas yang serupa dengan kawasan Thailand barat daya dan Malaysia barat dengan kehadiran zona mineralisasi timah- tantalum-LTJ (Searle *et al.*, 2012). Wilayah tersebut menjadi prioritas dalam pengembangan sumber daya LTJ bersamaan dengan penyelidikan atau penambangan timah (PSDMBP, 2019).

**PROSES PENAMBANGAN DAN PENGOLAHAN BIJAH TIMAH**

Secara umum penambangan timah di Pulau Bangka dilakukan baik di darat maupun di lepas pantai. Penelitian ini memfokuskan pada proses penambangan dan pengolahan timah di darat. Pemisahan bijih timah dilakukan langsung di lokasi penambangan karena proses pemisahan bijih timah dengan pengotornya relatif sederhana yaitu mengandalkan proses

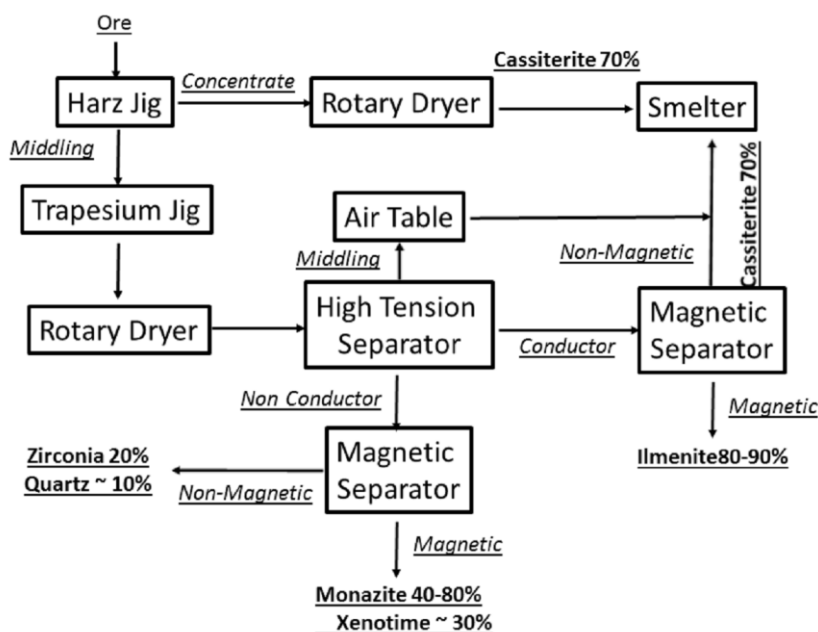
gravitasi serta tidak membutuhkan cairan kimia (Adiputra *et al.*, 2020).

Pemisahan bijih timah dengan mineral ikutan dan pengotornya menggunakan air dilakukan pada suatu rangkaian proses secara berurutan yaitu *jigging*, *sakhan*, dan *lobi*. Proses tersebut banyak memanfaatkan tekanan air dan perbedaan berat jenis antara bijih timah dengan mineral ikutannya. Proses selanjutnya yaitu pengeringan bijih menggunakan *rotary dryer* sebelum dilakukan pemisahan bijih berdasarkan perbedaan sifat magnetik menggunakan *magnetic separator*. Tahapan akhir dari pengolahan bijih timah yaitu melalui *smelter* sebagaimana disajikan pada Gambar 5 (Adiputra *et al.*, 2020).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**HASIL**

Data – data sampel konsentrat dulang diperoleh dari 30 lokasi *tailing* tambang timah di seluruh penjuru Pulau Bangka. Sampel konsentrat dulang tersebut kemudian dilakukan analisis perhitungan butir menggunakan mikroskop. Hasil identifikasi mineral tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.



**Gambar 5.** Diagram alur pemrosesan bijih timah (Harjanto *et al.*, 2013)

Tabel 1. Hasil identifikasi mineral pada sampel konsentrat dulang

No. Sampel	Massa Sampel (kg)	Massa Konsentrat (gr)	Kasiterit %	Kasiterit %	Monasit %	Zirkon %	Magnetit %	Ilmenit %	Hematit %	Rutil %	Anatas %	Turmalin %	Fluorit %	Garnet %	Pirit %
1	15,20	8,02	14,31	14,45	14,45	15,86	0,32	23,33	29,70	1,07	0,54	0,00	0,00	0,43	0,00
2	14,60	6,48	12,27	11,94	11,94	48,34	0,34	18,18	5,54	0,30	0,85	1,50	0,37	0,37	0,00
3	14,40	11,39	0,00	6,99	6,99	26,32	1,45	59,17	3,59	0,78	0,54	0,00	1,18	0,00	0,00
4	14,20	5,80	0,00	10,14	10,14	47,25	1,80	27,54	3,65	0,81	2,61	4,00	2,20	0,00	0,00
5	14,00	3,54	0,00	4,93	4,93	10,96	0,68	10,97	72,12	0,00	0,14	0,00	0,20	0,00	0,00
6	14,60	15,77	0,00	28,45	28,45	10,19	0,56	53,22	5,79	0,90	0,00	0,00	0,65	0,00	0,25
7	14,80	11,21	0,00	35,55	35,55	20,94	0,14	41,61	0,85	0,00	0,52	0,00	0,38	0,00	0,00
8	7,40	5,20	0,00	10,40	10,40	44,82	1,01	30,29	4,25	1,97	1,85	2,45	2,95	0,00	0,00
9	8,20	7,30	19,25	27,71	27,71	20,82	0,16	27,66	0,64	3,26	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
10	15,10	7,16	10,08	3,31	3,31	35,93	0,72	48,54	1,01	0,11	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00
11	16,50	3,17	3,82	5,30	5,30	28,95	1,39	59,16	0,80	0,27	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00
12	15,00	3,86	81,26	4,21	4,21	0,13	0,76	4,45	8,34	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,78
13	13,80	3,30	6,85	5,56	5,56	12,35	2,67	38,10	26,81	0,61	1,08	0,00	0,32	0,00	5,65
14	14,20	8,86	76,02	5,39	5,39	8,26	0,28	8,87	0,84	0,15	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00
15	14,40	5,14	6,12	9,02	9,02	43,37	21,32	16,62	2,19	0,49	0,69	0,00	0,18	0,00	0,00
16	15,00	7,46	85,95	4,62	4,62	0,43	0,29	8,12	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	14,80	7,56	6,35	12,28	12,28	50,96	0,20	29,08	0,56	0,00	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00
18	14,60	10,09	38,61	7,59	7,59	1,71	0,96	49,38	1,37	0,00	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00
19	13,40	6,06	17,19	4,95	4,95	63,55	0,20	13,13	0,19	0,49	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00
20	13,20	6,18	10,81	4,62	4,62	45,55	3,83	33,40	1,32	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00
21	13,40	8,39	24,43	10,66	10,66	43,88	3,39	14,74	1,29	1,10	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00
22	14,60	9,13	12,13	3,07	3,07	78,17	0,48	5,16	0,22	0,48	0,19	0,00	0,09	0,00	0,00
23	14,40	5,51	10,41	9,19	9,19	50,87	0,98	24,81	1,66	0,63	0,71	0,00	0,74	0,00	0,00
24	15,00	8,62	18,29	16,01	16,01	8,53	1,63	53,11	0,87	0,65	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00
25	20,00	2,55	3,00	5,15	5,15	2,65	0,74	81,43	6,44	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	13,40	4,14	2,59	8,53	8,53	16,82	0,68	70,17	1,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	10,40	6,06	36,83	11,63	11,63	36,24	0,55	13,37	0,40	0,59	0,27	0,00	0,12	0,00	0,00
28	16,00	14,71	24,42	2,89	2,89	61,67	0,39	10,05	0,18	0,18	0,16	0,00	0,06	0,00	0,00
29	15,40	9,67	37,04	16,74	16,74	35,08	1,83	7,49	0,50	0,70	0,49	0,00	0,13	0,00	0,00
30	12,30	5,05	18,50	6,01	6,01	67,08	0,33	7,22	0,28	0,29	0,25	0,00	0,06	0,00	0,00
<b>Jumlah</b>			576,52	307,29	307,29	937,67	50,04	888,35	183,22	16,44	15,40	7,95	9,65	0,80	6,68
<b>Rata- Rata</b>			19,22	10,24	10,24	31,26	1,67	29,61	6,11	0,55	0,51	0,27	0,32	0,03	0,22

**PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil identifikasi mineral dari sampel konsentrat dulang yang ada menunjukkan bahwa pada *tailing* tambang timah ditemukan beberapa jenis mineral diantaranya kasiterit, monasit, zirkon, ilmenit, magnetit, hematit, anatase, rutil, turmalin, fluorit, garnet dan pirit (Tabel 1).

Pada beberapa sampel didapatkan kandungan kasiterit yang relatif signifikan yang berkisar antara 2,59-85,95% dari keseluruhan sampel konsentrat dulang. Adanya bijih timah dengan kandungan yang relatif besar mengindikasikan bahwa masih terdapat inefisiensi dalam proses penambangan timah. Lokasi sampel yang masih memiliki kandungan bijih timah yang signifikan sebagian besar terdapat di Bangka bagian utara.

Mineral ikutan timah lainnya yang ditemukan pada sampel diantaranya zirkon ( $ZrSiO_4$ ) dan ilmenit ( $FeTiO_3$ ). Berdasarkan hasil identifikasi mineral diketahui bahwa kandungan zirkon pada konsentrat dulang berkisar antara 0,13-78,17% dengan kandungan rata-rata 31,26% sementara kandungan ilmenit pada konsentrat dulang diketahui berkisar antara 4,45-81,43% dengan nilai rata-rata 29,61%. Selain itu ditemukan juga rutil dan anatase ( $TiO_2$ ) namun dalam komposisi yang kurang signifikan yaitu rata-rata kurang dari 1% dari total sampel konsentrat dulang.

Didapatkan bahwa nilai presentase kandungan monasit pada sampel konsentrat dulang bervariasi antara 3,07 – 35,55% dengan nilai tertinggi berasal dari sampel nomor 7 yang terletak di Bangka Tengah sedangkan nilai terendah berasal dari sampel nomor 22 yang terletak di Bangka Barat. Rata – rata jumlah keterdapatan monasit di dalam sampel konsentrat dulang adalah 10,24 %.

Estimasi kadar monasit (K) pada *tailing* didapatkan berdasarkan perkalian antara persentase hasil identifikasi kandungan monasit pada sampel konsentrat dulang, berat jenis rata-rata *tailing* sebesar 2,587 gr/

$cm^3$  ( $\rho_t$ ), dengan rasio antara massa sampel *tailing* dengan massa konsentrat dulang sebagaimana persamaan berikut:

$$K = \text{Persentase } \rho_t \times \frac{\text{sampel (gr)}}{\text{konsentrat dulang (gr)}}$$

Hasil perhitungan kandungan monasit pada *tailing* tambang timah disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 6. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai kadar monasit berkisar dari 1,7-79,5 kg/  $m^3$  dengan nilai kadar rata-rata sebesar 16,41 kg/  $m^3$ .

**Tabel 2.** Estimasi kadar monasit pada *tailing* tambang timah

No. Sampel	Rasio Sampel/ Dulang	Monasit (%)	Kadar (kg/m <sup>3</sup> )
1	14,31	14,45	19,72
2	12,27	11,94	13,71
3	0,00	6,99	14,30
4	0,00	10,14	10,71
5	0,00	4,93	3,22
6	0,00	28,45	79,50
7	0,00	35,55	69,66
8	0,00	10,40	18,91
9	19,25	27,71	63,82
10	10,08	3,31	4,06
11	3,82	5,30	2,63
12	81,26	4,21	2,80
13	6,85	5,56	3,44
14	76,02	5,39	8,70
15	6,12	9,02	8,33
16	85,95	4,62	5,94
17	6,35	12,28	16,23
18	38,61	7,59	13,57
19	17,19	4,95	5,79
20	10,81	4,62	5,60
21	24,43	10,66	17,27
22	12,13	3,07	4,97
23	10,41	9,19	9,10
24	18,29	16,01	23,80
25	3,00	5,15	1,70
26	2,59	8,53	6,82
27	36,83	11,63	17,53
28	24,42	2,89	6,87
29	37,04	16,74	27,19
30	18,50	6,01	6,38
<b>Jumlah</b>	0,015803	307,29	492,28
<b>Rata-Rata</b>	0,000527	10,24	16,41

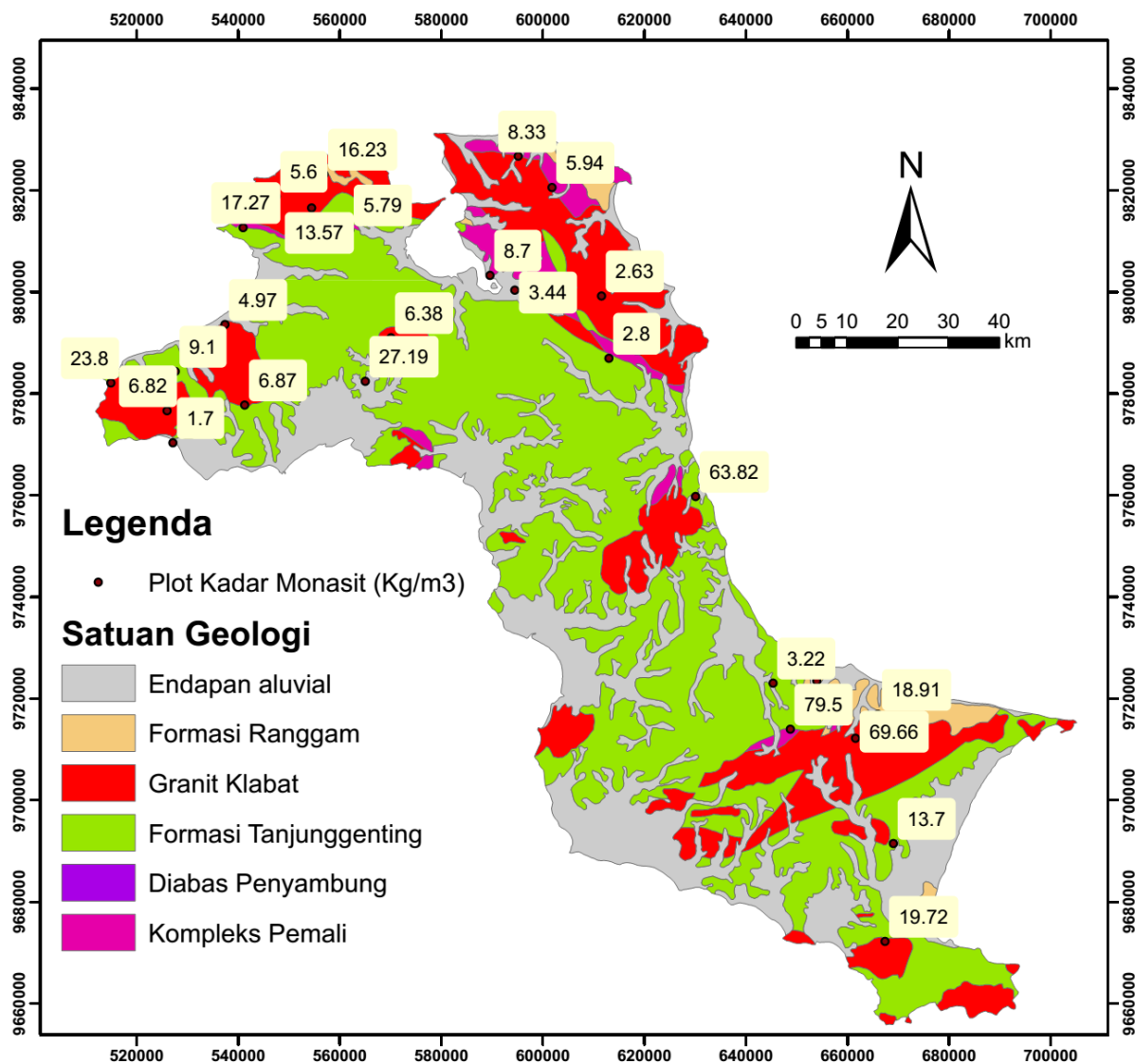
Berdasarkan Gambar 5 diketahui bahwa nilai kandungan monasit yang lebih besar banyak didapatkan di Bangka bagian tengah dan selatan.



Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hal tersebut. Salah satu faktor yaitu terkait histori pertambangan di Pulau Bangka sejak ratusan tahun yang lalu yang hanya memfokuskan pada ekstraksi bijih timah (kasiterit) sehingga relatif tidak memprioritaskan pemanfaatan mineral ikutan lainnya. Hal tersebut ditambah dengan keterbatasan efisiensi teknologi penambangan sehingga masih menyisakan mineral-mineral ekonomis pada sisa hasil penambangannya.

Dalam hal penambangan dan pengolahan bijih timah sebagaimana Gambar 5,

inefisiensi pada proses *jigging* dan *magnetic separation* masih memungkinkan untuk menghasilkan *tailing* yang mengandung mineral-mineral seperti misalnya zirkon, kuarsa, ilmenit, monasit, dan xenotim. Berdasarkan hal tersebut maka dalam penambangan dan pengolahan timah perlu menerapkan prinsip konservasi mineral yang optimal dengan cara penambangan yang optimum, peningkatan efektivitas dan efisiensi metoda dan teknologi pengolahan, pengelolaan dan pemanfaatan mineral ikutan, serta pendataan sisa pengolahan timah.



Gambar 6. Plot kadar monasit dalam tailing tambang timah pada Peta Geologi Pulau Bangka

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil identifikasi mineral pada *tailing* tambang timah didapatkan mineral-mineral yang mempunyai nilai ekonomi antara lain kasiterit, ilmenit, rutil, zirkon dan monasit. Hasil perhitungan rata-rata kadar monasit pada 30 lokasi *tailing* tambang timah di berbagai tempat di Pulau Bangka adalah 21,38 kg/ m<sup>3</sup>. Faktor-faktor yang menyebabkan hal tersebut diantaranya histori penambangan yang hanya fokus pada ekstraksi timah serta penerapan prinsip konservasi mineral yang belum maksimal.

Selain pertambangan monasit, pertambangan mineral-mineral unsur zirkon dan titanium juga sangat potensial untuk dikembangkan. Diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan masukan oleh pemangku kepentingan terkait sebagai dasar pengembangan strategi penerapan konservasi mineral demi mendukung tercapainya industri pertambangan yang berkelanjutan di masa yang akan datang.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Yarianto Sugeng Budi Susilo. sebagai Kepala Pusat Riset dan Teknologi Bahan Galian Nuklir (PRTBGN – OR TN BRIN) serta Bapak Heri Syaeful sebagai Koordinator Bidang Eksplorasi yang telah mendukung penelitian ini sehingga penelitian dapat berjalan dengan lancar.

## DAFTAR PUSTAKA

Abidin, H.Z, Pieters, P.E., dan Sudana, 1993. *Peta Geologi Lembar Bangka Utara Skala 1 : 250.000*, P3G, Bandung.

Adiputra, R. N., Agustin, F., Sulastri, A., Abdullah, C. I., Nugraha, I., Andriansyah, R., and Hadiprayitno, M., 2019. The Tin Ore Separation Process and Optimizing The Rare Earth Mineral (Monazite) as a By-Product of Tin Mining in East Belitung Regency. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 413 (2020).

Alfiyan, M, 2016. Pengawasan Zirkon di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah XIV*, PTLR- BATAN.

Badan Geologi, 2022. *LTJ dan Mineral Kritis untuk Transisi Energi dan Strategi Eksplorasinya*. Forum Geologi Nasional Tahun 2022. Kementerian ESDM.

Christmanna, P., 2014. A Forward Look Into Rare Earth Supply and Demand: a Role for Sedimentary Phosphate Deposits?. SYMPHOS 2013, 2nd International Symposium on Innovation and Technology in the Phosphate Industry, *Procedia Engineering* 83 ( 2014 ) 19 – 26.

Cobbing E.J., Mallick D.I.J., Pitfield P.E.J., and Teoh L.H., 1992. The Granites of the Southeast Asia Tin Belt. *Journal of the Geological Society* 1992, Geological Society of London.

Dewita, E., 2012. Analisis Potensi Thorium Sebagai Bahan Bakar Nuklir Alternatif PLTN. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*. Vol. 14 No.1, Juni 2012.

Dutta, T., Kim, K. H., Uchimiya, M., Kwon, E. E., Jeon, B. H., Deeo, A. and Yun, S. T., 2016. Global Demand for Rare Earth Resources and Strategies for Green Mining. *Environmental Research.*, vol. 150, pp. 182–190, 2016, doi: 10.1016/j.envres.2016.05.052.

Harjanto, S., Virdhian, S., and Afrilinda, E., 2013. Characterization of Indonesia Rare Earth Minerals and Their Potential Processing Techniques. in *Proceeding of the 52<sup>nd</sup> Conference of Metallurgist (COM)*, Montreal, Canada.

Iluka Resources Ltd., 2021. *Company Presentation*. Bank of America Global Metals, Mining and Steel Conference. 18- 20 Mei 2021.

Indrastomo, F. D., Sukadana, I. G., Kamajati, D., Widito, P., Sajiyo, Sularto, P., Sudarto, S., dan Iswanto, R., 2012. *Inventarisasi Potensi Sumberdaya Thorium di Kabupaten Bangka, Propinsi Bangka Belitung*. Laporan Internal Pusat

- Pengembangan Geologi Nuklir, Jakarta (tidak dipublikasikan).
- Irvani dan Artasari, E. D., 2018. Studi Karakteristik *Tailing* pada Lokasi Eks Penambangan Timah di Bukit Sambung Giri Kecamatan Merawang Kabupaten Bangka. *Promine Journal December 2018, Vol 6(2)*, pp 31 – 36.
- Mardiah, 2013. Karakteristik Endapan Timah Sekunder Daerah Kelayang dan Sekitarnya, Kabupaten Bangka Barat. *Promine Vol. 1. No. 1* (2013).
- Margono, U., Supandjono, R.J.B., dan Partoyo, E., 1995. *Peta Geologi Lembar Bangka Selatan Skala 1 : 250.000*. P3G, Bandung.
- Meyzilia, A., 2018. Pemanfaatan Air Kolong Bekas Tambang Timah sebagai Penambah Sumber Air Tanah Menggunakan Lubang Kompos di Bangka Belitung. *Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial Volume 27, Nomor 1*, Juni 2018.
- NEA-IAEA, 2014. Introduction of Thorium in the Nuclear Fuel Cycle Short to Long Term Consideration. *NEA No.7224*, 136 p, Vienna.
- Nayl A. A., Awward, N. S., and Aly H. F., 2009. Kinetics of Acid Leaching of Ilmenite Decomposed by KOH Part 2. Leaching by H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. *Journal of Hazardous Materials vol. 168*, pp. 793–799.
- Ngadenin, Indrastomo, F. D., Widodo, Sartapa, Widito, P. Sajiyo, dan Tukijo, 2010. *Inventarisasi Potensi Sumberdaya Thorium di Daerah Bangka Tengah dan Pangkal Pinang, Bangka Belitung*. Laporan Internal Pusat Pengembangan Geologi Nuklir, Jakarta (tidak dipublikasikan).
- Ngadenin, Nurdin, M., Syaeful, H., Widana, K. S., Kamajati, D., Sarip, U., Prabowo, H., Marzuki, A., dan Tukijo, 2012. *Inventarisasi Potensi Sumberdaya Thorium Di Kabupaten Bangka Barat, Propinsi Bangka Belitung*. Laporan Internal Pusat Pengembangan Geologi Nuklir, Jakarta (tidak dipublikasikan).
- Ngadenin, Syaeful, H., Widana, K. S., dan Nurdin, M., 2014. Potensi Thorium dan Uranium di Kabupaten Bangka Barat. *Eksplorium Volume 35 No. 2*, November 2014: 69 – 84.
- Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP), 2019. *Potensi Logam Tanah Jarang di Indonesia*, Badan Geologi KESDM, Bandung.
- Sajima, 2017. Pelindian Leburan Pasir Zirkon Kalimantan Menggunakan Air Panas Bench Scale. *Jurnal Forum Nuklir (JFN) Volume 11, Nomor 1*, Mei 2017.
- Sari, F. I. P., dan Andini, D. E., 2020. Karakterisasi Mineral dan Geokimia *Tailing* Tambang Timah Pulau Bangka Bagian Utara. *Jurnal Geosapta Vol. 6 No. 2*, Juli 2020, 73-76.
- Searle, M.P., Whitehouse, M.J., Robb, L.J., Ghani, A.A., Hutchison, C.S., Sone, M., Wai-Pan Ng, S., Roselee, M.H., Chung, S.-L., and Oliver, G.J.H., 2012. Tectonic Evolution of The Sibumasu–Indochina Terrane Collision Zone in Thailand and Malaysia: Constraints from New U–Pb zircon chronology of SE Asian Tin Granitoids. *J. Geol. Soc. Lond*, 169, 489–500.
- Soetopo, B., Subiantoro, L., Sularto, P., dan Haryanto, D., 2015. Studi Deposit Monasit dan Zirkon dalam Batuan Kuarter di Daerah Cerucuk Belitung. *Eksplorium*, 33, 25–40.
- Sujitno, S., 2015. *Sejarah Penambangan Timah Indonesia: Catatan Sejarah Pertimahan s/d 2012*. Penerbit PT Bina Prestasi Insani: Jakarta.
- Sukarman, Gani, R. A., dan Asmarhansyah. 2020. Tin Mining Process and Its Effects on Soils in Bangka Belitung Islands Province, Indonesia. *Sains Tanah-Journal of Soil Science and Agroclimatology*, 17(2), 2020, 180-189.
- Suprpto, S. J., 2008. Potensi, Prospek dan Pengusahaan Timah Putih di Indonesia. *Buletin Sumber Daya Geologi 3 (2)*, 4-15.

- Syaeful, H., Subiantoro, L., dan Suprpto, S., 2009. *Penilaian Awal Prospek Thorium dan Uranium Di Daerah Bangka Selatan, Propinsi Bangka Belitung*. Laporan Internal Pusat Pengembangan Geologi Nuklir, Jakarta, (tidak dipublikasikan).
- Van Gosen, B. S., Verplanck, P. L., Seal II, R. R., Long, K. R., and Gambogi, J., 2017. Rare-Earth Elements: Critical Mineral Resources of the United States—Economic and Environmental Geology and Prospects for Future Supply. *Professional Paper 1802–O*, U.S. Geological Survey, Reston, Virginia.
- Wahjudi, A., 2010. *Penggunaan Pasir Tailing Timah dan Batu Pecah Granit dari Pulau Bangka untuk Beton Normal*. Thesis. Universitas Gadjah Mada.
- Wai-Pan Ng, S., Whitehouse, M.J., Roselee, M.H., Teschner, C., Murtadha, S., Oliver, G.J.H., Ghani, A.A., Chang, S., 2017. Late Triassic granites from Bangka, Indonesia: A continuation of the Main Range granite province of The South- East Asian Tin Belt. *J. Asian Earth Sci.*, 138, 548–561.
- Zglinicki, K., Małek, R., Szamałek, K., and Wołkowicz, S. 2022. Mining Waste as a Potential Additional Source of HREE and U for the European Green Deal: A Case Study of Bangka Island (Indonesia). *Minerals* 2022, 12, 44. <https://doi.org/10.3390/min12010044>
- Zglinicki, K., Szamałek, K., and Wołkowicz, S., 2021. Critical Minerals from Post-Processing *Tailing*. A Case Study from Bangka Island, Indonesia. *Minerals* 2021, 11, 352. <https://doi.org/10.3390/min11040352>

Diterima	: 22 Mei 2022
Direvisi	: 13 Juli 2022
Disetujui	: 31 Agustus 2022